

مدخل لحساب الأحمال الكهربية للمبانى السكنية

م.طارق أبوخضرة

عنوان الكتاب : مدخل لحساب الاحمال الكهربائية للمبانى السكنية

إعداد : م.طارق أحمد أبوخضرة

الطبعة : الأولي

سنة الإصدار : ٢٠٢٠

البريد الالكتروني: eng.aboukhadra@gmail.com

مدخل لحساب الاحمال الكهربائية

للمبانى السكنية

إعداد : م.طارق أحمد أبوخضرة

الفهرس

الفصل الأول

مقدمة وتعريفات هامة

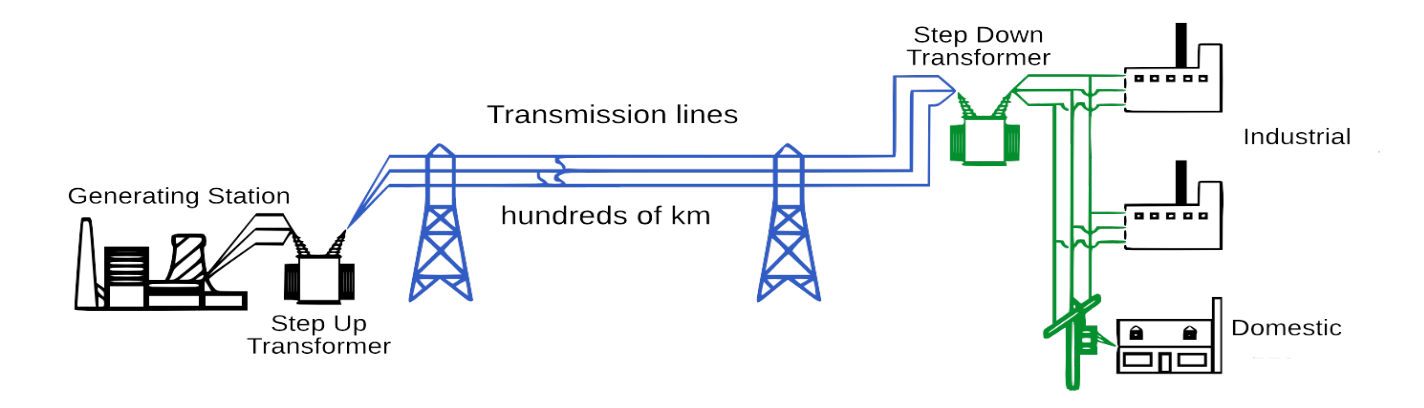
١

مقدمة

الطاقة الكهربائية تعتبر الركيزة الأساسية للتقدم والتنمية في شتى مجالات الحياة والتوسع المستمر مماجعلها من أهم الركائز لاي مجتمع

منظومة القوى الكهربائية عبارة عن نظام متكامل يتكون من ثلاث مراحل يعتمد كل منها على الاخر هذه المراحل هي:

١. مرحلة التوليد
٢. مرحلة النقل
٣. مرحلة التوزيع



الاحمال هي اخر جزء في هذه المنظومه ولكنها معيار وأساس تحديد حجم ومتطلبات أي منظومة قوي كهربائية،حيث تتم الحسابات من اخر جزء بالمنظومه (الأحمال) حتي أعلي جزء (محطة التوليد)

يجب الأخذ في الاعتبار أثناء التصميم وحسابات الأحمال لأي شبكة كهربائية التوسع المستقبلي للأحمال الكهربائية حيث أن اتساع الرقعة العمرانية والتجارية والنمو السكانى والتطور التكنولوجي والتوسع في استخدام المعدات الكهربائية أدى إلى زيادة الطلب على الكهرباء لذا يتم عمل الدراسة شاملة الطلب الحالي للأحمال الكهربائية مضافاً إليه نسبة إضافية للطلب المستقبلي للأحمال وذلك بناءاً على العوامل المؤثرة في الحمل الكهربائى وخصائصة لتغطية الأحمال المطلوبه .

الحمل الكهربي

يعرف بأنه القدرة المسحوبة من مصدر التغذية بواسطة المعدة أو الجهاز الموصل بالدائرة الكهربائية وذلك لتحويل الطاقة من الكهربائية من صورة إلى صورة أخرى ويقاس بوحدة الفولت امبير (VA) أوالوات (W) أو الفار (VAR)

الحمل الكهربى لمبنى أومنشأة

عبارة عن محصلة أو مجموع الأحمال الكهربائية المختلفة الموجودة بالمبنى

تصنيف الاحمال الكهربائية

ويمكن تصنيف الاحمال الكهربائية إلي أكثر من تصنيف ولايوجد مواصفه معينة تحدد هذا التصنيف بل يختلف طبقاً لمعايير مختلفة يمكن تصنيف الأحمال اعتمادلً علي التالى :

١- طبيعة مكونات الحمل

- أحمال مقاومات (Resistive Load)
- أحمال سعويه (Capacitive Load)
- أحمال حثية (Inductive Load)
- أحمال مركبة(Compound Load)

٢- خواص الحمل

- أحمال خطية (Linear Load)
- أحمال غير خطية(Non-Linear Load)

٣- عدد الأطوار

- احادى الطور (Single Phase)
- ثلاثي الطور (Three Phases)

٤- ظروف التشغيل

- حمل مستمر(Continuous Load)
- حمل غير مستمر (Non-Continuous Load)
- حمل متقطع التشغيل (intermittent Load)

٥- تخطيط الأحمال

- حمل حالى (Existing Load)
- حمل مستقبلى (Spare/Future Load)

٦- أهمية الحمل

- حمل حيوى (Vital/Critical Load)
- حمل طوارىء (Emergency Load)
- حمل إحتياطي (Standby Load)
- حمل عادى (Normal Load)

٧- فئات المستهلكين (فاتورة الكهرباء) حيث يتم تصنيفها طبقاً للهيئة المسئولة عن شبكات التوزيع إلي :

- الأحمال السكنية وتشمل المدن وضواحيها والقرى (المباني السكنية بمختلف أنواعها)
- الأحمال التجارية وتشمل الأسواق والمجمعات التجارية والمعارض والفنادق والمستشفيات و المباني الإدارية والمطارات والموانىء والمبانى الحكومية
- الأحمال الصناعية وتشمل المصانع الصغيرة والمصانع الكبيرة والورش
- الأحمال الزراعية وتشمل معدات الرى والماكينات الزراعية و محطات الالبان
- الأحمال الخدمات العامة وتشمل إنارة الطرق والشوارع و أحمال النقل كمترو الانفاق

كما يمكن تقسيم كلاً من هذه المجموعات إلى مجموعات فرعية وذلك حسب طبيعة الاستخدام
فمثلاً الأحمال السكنية يمكن تصنيفها إلى إسكان منخفض ،إسكان متوسط وإسكان عالى، وكذلك الأحمال التجارية والصناعية

٨- نوعيه الحمل أوالمعدة :

- أحمال الإنارة سواء كانت إنارة داخلية أو خارجية إنارة عادية أوطوارىء (Lighting)
- أحمال مخارج القوى العادية والخاصة بالأجهزة والمعدات الكهربية والميكانيكية (Sockets/Outlets)
- أحمال المحركات الكهربائية (Motors)
- أحمال التبريد والتهوية والتكييف والتسحين (HVAC)
- أحمال خاصة وأحمال متنوعة (Miscellaneous)

مالفرق بين حساب الحمل المبدئى وحساب الحمل النهائي ؟

حساب الحمل المبدئى	حساب الحمل النهائى
يتم حساب الحمل باستخدام معامل كثافةالحمل النوعى (VA/m^2) ويمكن الحصول على تلك القيم بسهوله من خلال بيانات الاستهلاك وجداول الاحمال المعتمدة من شركات التوزيع الكهربي لنفس المشاريع وكذلك الاكواد العالمية ويتم عن طريق معرفة المساحة الفعلية للمشروع	يتم حساب الحمل باستخدام البيانات الفعلية بعد انتهاء التصميم والحسابات الخاصة لجميع المعدات الموجودة داخل نطاق المشروع مع الاخذ في الاعتبار أنواع الأحمال والمعدات ومكوناتها وقدراتها وظروف التشغيل وطبيعة الاستخدام (أحمال عادية أو أحمال طوارئ)
من خلال حساب الحمل يمكن تحديد مبدئى لمتطلبات المشروع من تغذية وتحديد نقاط الربط بشبكة التوزيع وكذلك المعدات الرئيسية كالمحولات والمولدات وحجز أماكن بالمساحات المطلوبه لهذه المعدات	من خلال حساب الاحمال يمكن عمل المخطط الاحادى للمشروع (Single Line Diagram) وحساب وتحديد متطلبات المشروع من لوحات فرعية ورئيسية وكابلات
يعتبر من ابسط الطرق للحصول على الحمل المبدئى ولايؤخذ في الاعتبار عدة عوامل مهمة مثل معامل القدرة والتوافقيات ويعطى نتائج غير دقيقه الى حد ما نظراً للتطور المستمر في الأحمال واعتماده علي بيانات مشاريع مماثله منفذه بالفعل	يجب عمل حسابات دقيقة وشاملة لجميع الاحمال بداية من أحمال اللوحات الفرعية وحتى مصدر التغذية الرئيسى مع الاخذ في الاعتبار جميع التفاصيل والعوامل المؤثره كمعامل القدرة والتوافقيات وهبوط الجهد ووجود محركات واحمال خاصة الخ
يتم استخدام معامل طلب طبقاً للمساحة	يتم استخدام اكثر من معامل طلب طبقاً لنوع الحمل أوالمعدة وظروف التشغيل

جدول (١-١) يوضح الفرق بين حساب الحمل المبدئى وحساب الحمل النهائى

تعريفات مهمة

لحساب الاحمال الكهربائية يجب الاخذ في الاعتبار بعض المفاهيم والعوامل المؤثرة في تقدير الاحمال الكهربائية وخصائصها ومن أهم هذه العوامل

١. معامل الطلب (Demand Factor)

هو النسبة بين أقصى طلب للحمل بوحدة الفولت أمبير أو الوات أو الامبير خلال فترة زمنية معينة تعرف بفترة الطلب (Demand period) إلى الأحمال المربوطه سواءاً كان للحمل الكلي أو الأحمال المتشابهة كالإنارة وأحمال التكييف ,وتكون قيمته أقل من اويساوى الواحد على سبيل المثال إذا كان حمل الأنارة الكلى المربوط يساوى ١٠٠٠ كيلوواٹ وكان الحمل الفعلى المستخدم يساوى ٨٠٠ وات فان معامل الطلب فى هذه الحالة يساوى ٠,٨ .

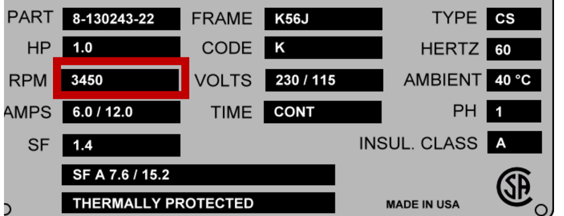
$$\text{DEMAND FACTOR (D. F)} = \frac{Max.DEMAND\ LOAD(D.L)}{CONNECTED\ LOAD(C.L)}$$

٢. أقصى طلب الحمل (Maximum Demand Load)

هو أكبر قدره أوتيار يمكن لجميع الأحمال أن تسحبه من المصدر خلال فترة زمنية معينة كساعة أويوم ويقاس الحمل بوحدة الكيلو فولت امبير (KVA) أوالكيلو وات (KW) أو الامبير (A) ويمكن الحصول عليه من خلال القياس أوباستخدام الأكواد أوجداول الأحمال الخاصة بشركات التوزيع أو منحنيات الاحمال .

٣. الحمل الفعلى الموصل (Connected Load)

لكل جهاز اومعدة سعة وقدرة معينة وكذلك جهد تشغيل وتردد معين موضحاً بلوحة بيانات المصنع (Nameplate) يعرف الحمل الفعلى الموصل بأنه مجموع الاحمال الموصلة المربوطة والأحمال المستقبلية وتكون قدرتها طبقاً لبيانات المصنع لكل جهاز أومعدة سواء بالوات او الفولت امبير او الامبير.



أقصى طلب للحمل أقل من مجموع الاحمال الفعلية الموصله للأسباب التالية :

- يتم اختيار أحمال المعدات الكهربائية أكبر من الحمل الفعلى المطلوب وذلك للامان والتغلب على ظروف التشغيل المختلفة كزيادة الحمل و تيار البدء .

- جميع الاحمال الكهربائية الموجودة داخل المبنى او المشروع لاتعمل عند أقصى حمل في نفس الوقت .

- يوجد نسبة من الحمل الكلى عبارة عن احمال تقديرية للتوسع المستقبلي للاحمال (Spare Load/Future Load) أو للأمان من ظروف التشغيل.

- لايمكن حساب جميع الأحمال بنفس الطريقة حيث يوجد تنوع في الأحمال يوجد أحمال عبارة عن مقاومات وأحمال عبارة عن ملفات حثيه وأحمال مركبه من مقاومات وملفات حثيه.

- بعض الأحمال لها معامل طلب ثابت مثل لمبات التوهج العادية في حالة لمبة قدرتها ١٠٠ وات فإنها تسحب قدرة قدرها ١٠٠ وات في حالة تشغيلها.

- بعض الأحمال لها معامل طلب متغير مثل المحركات علي سبيل المثال غسالة الملابس الاوتوماتيكية يوجد بها مجموعه من البرامج يتم التحكم بها عن طريق محرك متغير السرعه ومضخة لسحب وتصريف المياه ومجفف يتغير الحمل طبقاً لبرنامج التشغيل المطلوب ووزن الحمل .

- بعض الأحمال تكون أكبر بقليل من الحمل المطلوب علي سبيل المثال لحساب قدره الموتور المطلوب لتشغيل مضخة رفع مياه لمجمع سكنى تبين ان القدرة المطلوبه طبقاً للحسابات ومعاملات الأمان يجب أن يكون ٧,٨ حصان مع العلم بان القدرة المتوفرة بالأسواق طبقاً للمواصفات العالمية يجب أن يكون ١٠ حصان .

١

٤. متوسط الحمل (Average Load)

هو عبارة عن قيمة الحمل المسحوب خلال فترة زمنية معينة (KWH) إلى تلك الفترة الزمنية .

$$Average\ Load = \frac{Total\ Load\ During\ Period\ (KWH)}{Period\ (hours)}$$

٥. معامل الحمل (Load Factor)

هو عبارة عن قيمة متوسط طلب الحمل إلى أقصى طلب للحمل وهو دليل على مدى كفاءة الانتفاع من الشبكة الكهربائية او المصدر .

$$Load\ \text{Factor}\ (\text{L.F}) = \frac{Average\ Load}{Max.Demand\ load\ (M.D.L)}$$

٦. تباين الأحمال: (L_D) (Load Diversity)

هو الفرق بين مجموع أقصى طلب للأحمال الفردية الموجودة بنظام التوزيع وأقصى طلب لكامل النظام نتيجة لاختلاف وقت حدوث أقصى طلب .

$$L_D = (D_1 + D_2 + D_3 + D4 + D_n) - D_{1+2+3+4+n}$$

مثال (١-١)

١

تم تسجيل القراءات التالية كاعلى قيم استهلاك للاحمال خلال احد أيام شهر أغسطس لشقة سكنية كماهو موضح بالجدول التالى

الفترة الزمنية	الحمل المسحوب (وات)	أحمال إنارة	أحمال التكييف والتهويه	معدات الطبخ	أجهزة الكترونية	أحمال أخرى
١٢ ص - ٠٤ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٢,٣٠٠	١٨٠	٠	٠
٠٤ ص - ٠٨ ص	٤,٣٤٠	١٦٠	٢,٣٠٠	١٨٨٠	٠	٠
٠٨ ص - ١٢ م	١,٥٠٠	١٢٠	١,٢٠٠	١٨٠	٠	٠
١٢ م - ٠٤ م	٥,٩٨٠	٠	١,٣٠٠	٤٥٨٠	١٠٠	٠
٠٤ م - ٠٨ م	٧,٨٩٠	٣٦٠	٤,٦٠٠	٢٠٣٠	٢٠٠	٧٠٠
٠٨ م - ١٢ ص	٢,٧٨٠	٢٠٠	٢,٣٠٠	١٨٠	١٠٠	٠

جدول رقم (١-٢) بيانات الاستهلاك للاحمال الكهربائية لشقة سكنية

إذا كان الحمل الفعلى لجميع الأجهزة = ١٢٨٨٠ كيلووات ، احسب معامل الطلب

أعلى قيمة طلب للحمل = ٧,٨٩ كيلوات خلال الفترة من (٦م إلى ٨ م)

$$\text{Demand Factor} = \frac{7890}{1228} = 0.62$$

٧. معامل التزامن او التطابق (Coincidence Factor)

هو النسبة بين أكبر قيمة طلب لحمل فردى إلى مجموع قيم طلبات الحمل لجميع الوحدات داخل المنشأة أوالشبكة التي لها نفس مصدر التغذية ويكون أقل من اويساوى الواحد الصحيح ويعتمد على تنوع الاحمال واختلاف الاستهلاك ويتناسب عكسياً مع عدد الوحدات .

$$\text{Coincidence Factor (C.F)} = \frac{Max.Demand\ load\ for\ the\ system\ (M.D.L)}{\sum SUM\ Of\ Total\ Demand\ loads\ for\ all\ units\ (T.D.L)}$$

M.D.L = اكبر طلب للحمل بغض النظر عن وقت حدوثه

T.D.L = مجموع طلبات الحمل لجميع الوحدات

أقصى طلب لجميع الوحدات داخل المنشاة او المشروع او شبكة التوزيع لايحدث في نفس الوقت ، لذا فإن أقصى طلب كلى للحمل يكون أقل من مجموع قيم أقصى طلب لجميع الاحمال المفردة للوحدات،
ويقصد به أن جميع الأحمال الفردية لن تعمل فى وقت واحد عند أقصى طلب لها.

يجب الاخذ في الاعتبار أثناء الحساب هذا التنوع والتباين بين الأحمال الفردية والحمل الكلي وذلك لتقليل التكلفة الاقتصادية الخاصة بمعدات الشبكة كالكابلات والقواطع .

٨. معامل التشتت أو التنوع (Diversity Factor)

هو معكوس معامل التباين النسبة بين مجموع الأحمال القصوى غير المتزامنة الفردية للتقسيمات الفرعية المختلفة لنظام ما إلى الحد الأقصى للطلب الخاص بالنظام الكامل وتكون قيمته اكبر من اوتساوى الواحد الصحيح.

$$Diversity\ \text{Factor (Div.F)} = \frac{\sum SUM\ Of\ Total\ Demand\ loads\ for\ all\ units\ (T.D.L)}{Max.Demand\ load\ for\ the\ system\ (M.D.L)}$$

مثال (١-٢)

لوحة توزيع (بيلر) تغذى عدد (٦) وحدات سكنية اذا كان الحمل الفعلى لكل وحدة حوالى ٦ ك. وات و معامل الطلب لكل وحدة يساوى (٠,٦٥) و معامل التنوع يساوى (١,١)
احسب أقصى طلب للحمل من لوحة التوزيع (البيلر) ؟

الحل

الحمل الفعلى لكل وحدة(C.L)	$\mathrm{C.L} = \dfrac{M.D.L}{D.F}$	6 KW
معامل التنوع لجميع الوحدات(DIV.F)	$\mathrm{Div.F} = \dfrac{\sum (M.D.L)}{SYS.(M.D.L)}$	1.1
أقصى طلب للحمل لكل وحدة (M.D.L)	M.D.L = C.L X D. F	5.85KW
أقصى طلب للحمل من لوحة التوزيع (البيلر)	$SYS.(M.D.L) = \dfrac{\sum (M.D.L)}{Div.F}$ $SYS.(M.D.L) = \dfrac{6X5.85}{1.1}$	31.91KW

١

مثال (١-٣)

الجدول التالى يوضح بيانات الاستهلاك لعدد (٥) وحدات سكنية تغذى من نفس المصدر

طبقاً للبيانات الموضحة احسب التالى

معامل الطلب لكل وحدة سكنية (D.F)

اقصى طلب للحمل من المصدر الرئيسى

معامل التباين (C.F)

أيام الأسبوع	شقه-١	شقه- ٢	شقه- ٣	شقه- ٤	شقه- ٥	اجمالى طلب الاحمال (KW)
السبت	٥,٢٠	٧,٩٠	٥,٢٠	٤,٣٠	٥,٦٠	٢٢,٦٠
الاحد	٦,١٠	٥,٥٠	٤,٩٠	٥,٨٠	٥,٢٠	٢٢,٣٠
الاثنين	٩,٢٠	٥,٢٠	٥,١٠	٥,٠٠	٤,٦٠	٢٤,٥٠
الثلاثاء	٥,٧٠	٥,٣٠	٨,٥٠	٤,٩٠	٤,٥٠	٢٤,٤٠
الأربعاء	٦,٥٠	٥,٢٠	٥,٣٠	٦,٤٠	٤,٣٠	٢٣,٤٠
الخميس	٥,٤٠	٤,٢٠	٥,٢٠	٨,٢٠	٤,٦٠	٢٣,٠٠
الجمعه	٧,٢٠	٤,٩٠	٤,٤٠	٤,٦٠	٨,٩٠	٢١,١٠
الحمل الفعلى	١٦,٠٠	١٤,٠٠	١٥,٠٠	١٤,٠٠	١٤,٥٠	٥٩,٠٠

جدول رقم (١-٣) يوضح البيانات الخاصة باقصى استهلاك مسجل خلال اسبوع لمجموعة من الوحدات السكنية بمجمع سكنى

الحل

الجدول التالى يوضح

١- قيم معامل الطلب طبقاً للقراءات بالجدول رقم (٣)

الوصف	شقه ١-	شقه ٢-	شقه ٣-	شقه ٤-	شقه ٥-
الحمل الفعلى C.L (KW)	١٦,٠٠	١٤,٠٠	١٥,٠٠	١٤,٠٠	١٤,٥٠
اكبر طلب M.D.L (KW)	٩,٢٠	٧,٩٠	٨,٥٠	٨,٢٠	٨,٩٠
معامل الطلب D.F	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥٧	٠,٥٩	٠,٦١

٢- اقصى طلب للحمل الكلى للمصدر (M.D.L) طبقاً للقراءات بالجدول رقم (٣)

الوصف	شقه ١-	شقه ٢-	شقه ٣-	شقه ٤-	شقه ٥-	اعلى طلب للمصدر (M.D.L (KW))
اكبر طلب	٩,٢٠	٧,٩٠	٨,٥٠	٨,٢٠	٨,٩٠	٢٤,٥٠

معامل التباين او التزامن (C.F) طبقاً للجدول السابق

$$\text{Coincidence Factor (C. F)} = \frac{24.5}{(9.2 + 7.9 + 8.5 + 8.5 + 8.2 + 8.9)}$$

Coincidence Factor (C.F) = 0.57

العوامل المؤثرة علي قيمة الأحمال ومعامل الطلب

لايسير ا لطلب على الحمل بمعدل ثابت فالطلب على الكهرباء يتأثر بتنوع الأحمال كمايتأثر بالأحوال الجوية ودرجات الحرارة طبقاً لتغير الفصول على مدار السنة واختلاف الوقت على مدار اليوم صباحاً ومساءاً وكذلك العادات اليومية ونوعية الأجهزة والمعدات بالمشروع أو المبنى ولكن من أهم العوامل لتحديد مدى مرونة وثبات نظام التغذية الكهربائية هو أقصى حمل، فيجب أن تكون المنظومة قادرة على الاستجابة لهذا الحمل .

يمكن تلخيص العوامل المؤثرة علي قيمة الأحمال كالتالى:

- نوع وحجم المبنى وطبيعة التركيبات الكهربائية (شقة سكنية –مبنى متعدد الطوابق –محل تجاري – مصنع - الخ)
- عدد الأدوار بالمبنى أو المنشأة وتقسيم كل دور
- عمر المبنى جديد او قديم
- يزداد عدد الأجهزة الكهربائية في المبني أو المنشأ كلما ارتفع مستوى حياة الفرد
- الموقع يختلف استهلاك الكهرباء ويتباين من مدينة الى أخرى (مدينة – قرية - ساحلية –صحراوية) .
- طبيعة المكان قد يختلف معامل الطلب لنفس المعدة أو الدائرة باختلاف المكان على سبيل المثال استهلاك المعدات المطبخ في المنزل ليست كمطعم تجارى القيمة تكون أعلى للاستخدام الأعلى .
- المناخ تختلف الظروف المناخية من مكان لاخر (رطب – جاف – حار – بارد – معتدل – ممطر)
- طبيعة الاستهلاك للمعدات والاحمال على سبيل المثال مخرج القوى العادى يختلف عن مخرج القوى الخاص بمعدة
- ظروف التشغيل الخاصة بالأحمال والمعدات فعلى سبيل المثال إنارة الشوارع تعمل بكامل قدرتها خلال فترة الليل او الظلام كذلك وحدات التكييف في بعض أوقات الذروة بالصيف تعمل بدون توقف لفترات زمنية طويلة وخاصة في المناطق الحارة والمجمعات التجارية
- تنوع المعدات والأجهزة الكهربية كوحدات الإضاءة المستخدمة (عادية – فلورسنت – ليد) علي سبيل المثال الثلاجة متصله بالكهرباء باستمرار ، بالرغم من ذلك فإن المحرك لا يعمل كل الوقت يوجد في الثلاجة المنظم (ترموستات) الذي يتحكم في تشغيل محركها في لحظة ارتفاع درجة الحرارة عن المطلوب. يعمل المحرك في الثلاجات مدة أطول من الثلاجات الحديثة علي الرغم من تساوي القدرة.
- نظام التحكم وإدارة المبنى (BAS- KNX- BMS -EIB).

- نظام التكييف والتهوية بالمبنى هل هو تكييف مركزي ام وحدات عادية .
- نظام تسخين المياة (غاز – كهرباء – طاقة شمسية)
- الأجهزة الكهربائية الخاصة والمتنوعة الموجودة بالمبنى .
- العادات اليومية والاجتماعية للأشخاص (الاستيقاظ – النوم – العمل – أوقات اعداد الطعام – أوقات العطلات -....)

مثال (١-٤)

١

مبنى يحتوى على مجموعة من الأحمال المختلفة بيانها كالتالى

وصف الأحمال	اكبر طلب للحمل (ك.وات)	معامل الطلب (%)	معامل الحمل (%)	معامل التنوع	معامل التنوع لكامل النظام
أحمال سكنية	٢٠	٥٠	٢٥	١,٢	
أحمال تجارية	٥٠	٦٠	٣٠	١,١٥	١,٢٥
أحمال صناعية	٨٠	٨٠	٧٥	١,٢٥	

احسب أقصى طلب للنظام

احسب الحمل الفعلى لكل الأحمال

احسب الطاقة المستهلكة يومياً (كيلووات-ساعة)

احسب معامل الحمل

الحل :

أقصى طلب للأحمال الفردية (كيلووات) = ٢٠ + ٥٠ + ٨٠

أقصى طلب للأحمال الفردية (كيلووات) = ١٥٠

معامل التنوع لكامل النظام يحسب من المعادلة التالية

$$Diversity\ \text{Factor (Div. F)} = \frac{\sum SUM\ Of\ Total\ Demand\ loads\ for\ all\ units\ (T.D.L)}{Max.Demand\ load\ for\ the\ system\ (M.D.L)}$$

$$1.25 = \frac{(150)}{1.25} = 120\ KW$$

١

$$Load\ \text{Factor (L.F)} = \frac{Average\ Load}{Max.Demand\ load\ (M.D.L)}$$

- AVG LOAD = M.D.L X L.F
- AVG LOAD (Residential) = 0.25 x 20 = 5 KW
- AVG LOAD (Commercial) = 0.3 x 50 = 15 KW
- AVG LOAD (Industrial) = 0.75 x 80 = 60 KW
- Total AVG Load = 5 + 15 + 60 = 80 KW

الطاقة المستهلكة يومياً (كيلوواات-ساعة) = ٨٠ (كيلوواات) X ٢٤ (ساعة) = ١٩٢٠كيلوواات.ساعة.

$$Load\ \text{Factor (L.F)} = \frac{Daily\ (KWH)}{(M.D.L(KW))\ x\ 24(hours)}$$

$$Load\ \text{Factor (L.F)} = \frac{1920}{120\ x\ 24} = 0.67$$

الحمل الفعلى الموصل = اكبر طلب للحمل / معامل الطلب

وصف الأحمال	اكبر طلب للحمل (ك.وات)	معامل الطلب (%)	الحمل الفعلى (ك.وات)
أحمال سكنية	٢٠	٥٠	٤٠
أحمال تجارية	٥٠	٦٠	٨٣,٣٤
أحمال صناعية	٨٠	٨٠	١٠٠

مثال (١-٥)

الجدول التالى يوضح البيانات الاستهلاك اليومي لمجمع تجارى

الوقت	٦-٢٤	١٠-٦	١٢-١٠	١٦-١٢	٢٠-١٦	٢٤-٢٠
مدة الحمل (ساعات)	٦	٤	٢	٤	٤	٤
الحمل (كيلوواات)	٢٠	٢٥	٣٠	٢٥	٣٥	٢٠

احسب الاتى :

أقصى طلب للحمل

كمية الطاقة المستهلكة خلال اليوم

متوسط الحمل

معامل الحمل

الحل

١- من الجدول اقصى طلب للحمل = ٣٥ كيلووات

٢- كمية الطاقة المستهلة خلال اليوم = (٦ x ٢٠) + (٤ x ٢٥) + (٢ x ٣٠) + (٤ x ٢٥) + (٤ x ٣٥) + (٤ x ٢٠) = ٦٠٠ كيلووات ساعة

٣- متوسط الحمل = ٢٤\٦٠٠ = ٢٥ كيلووات

٤- معامل الحمل = متوسط الحمل \ اقصى طلب = ٣٥\٢٥ = ٧٢%

الفصل الثاني

طرق حساب الأحمال الكهربية

طرق حساب الأحمال

يتم حساب الأحمال بإحدى الطرق التالية

١. طريقة الحمل النوعى طبقاً للمساحة (Area Method) الحمل المبدئى
٢. طريقة الحمل التفصيلى (Load Details Method) الحمل النهائى

١. طريقة الحمل النوعى طبقاً للمساحة (Area Load Density Method)

يتم استخدام هذه الطريقة لحساب الحمل المبدئى وتطبق عملياً في اغلب الحالات على المباني السكنية والتجارية ذات الاستهلاك النمطى المنتظم للأحمال ويتم في هذه الطريقة الاستعانة بجداول وبيانات الاحمال القياسية والاسترشادية لتقدير الأحمال بشبكات التوزيع والقيم القياسية للمشاريع القائمة وتختلف قيمة الحمل من مكان الى أخر ويجب الاخذ في الاعتبار التغير والتوسع في الأحمال لذا يجب الاستعانة باحدث اصدار من هذه الجداول ، فقد شهدت الفترة الأخيرة تطور كبير في مجالات الانارة حيث تم التوسع في استخدام الليد (LED) وكذلك تطوير وتحسين الكفاءة لوحدات التكيف المختلفة وكذلك شهدت بعض الأماكن التوسع في استخدام أنظمة التكيف المختلفة وكذلك التطور التكنولوجي والتنوع في استخدام الأجهزه والمعدات .

خطوات الحساب

يتم حساب المساحة الفعلية للمبنى بالمتر مربع (صافى مسطح البناء) بدون فتحات التهوية (المناور) وبدون المدخل بالدور الارضي وكذلك بدون الافنية الداخلية مع الاخذ في الاعتبار مساحة البروز بالادوار المتكررة وذلك طبقاً لقوانين واشتراطات البناء المحلية المعتمدة .

المساحة الفعلية للمبنى (م٢) = صافى مسطح البناء x عدد الأدوار

يتم الاستعانة بالجداول الاسترشادية للحمل النوعى (VA/M2) او (W/M2)

الحمل الكلى (ك.ف.أ) =	الحمل النوعي (ك.ف.أ/م٢) x صافى المساحة (م٢) ――――――――― ١٠٠٠

في حالة وجود أحمال خاصة كالمصاعد والتكيف المركزى وحمامات السباحة واى أحمال خاصة أخرى يجب أن تضاف الى قيمة الحمل الكلى

١. طريقة الحمل التفصيلى (Detailed Load Method)

يتم حساب الأحمال بناءاً علي بيانات وتفاصيل وظروف التشغيل لجميع الأجهزة والمعدات الموجوده بالمشروع أوالمنشأة طبقاً لبيانات المصنعين ومعاملات الطلب والتزامن

ويتم حساب الأحمال من خلال المعادلة التالية

$$CDL = (\sum_{i=1}^{n} \mathrm{CLi\ X\ DFi})\ \mathrm{X\ CF(n)}$$

CDL = الحمل التزامن المطلوب (ك.ف.أ)

CL = الحمل الموصل (ك.ف.أ)

DF = معامل الطلب

CF = معامل التزامن

- طريقة الحمل النوعى طبقاً للمساحة (Area Load Density Method)

امثلة عملية على هذه الحسابات

شركات التوزيع بجمهورية مصر العربية

الكود المصري للأعمال الكهربية

الشركة السعودية للكهرباء

- طريقة حساب الاحمال طبقاً لارشادات شركات التوزيع بجمهورية مصر العربية

يتم تصنيف المشتركين طبقاً للفئة والموقع الجغرافى

حيث يتم تحديد القدرة التصميمية للمنشآت السكنية بالقرى والأحياء الواقعة فى النطاق الجغرافى لشركات التوزيع طبقا للفئات الموضحة بالجدول (٢-١)التالى :-

البيان		القدرة (ك.ف.أ / ١٠٠ م^{٢})	
		سكنى	تجارى
القرى بجميع الشركات		٢	٥
المدن بشركات :		٤	١٠
القناة ، شمال الدلتا ، جنوب الدلتا ، البحيرة ، مصر الوسطى ، مصر العليا			
المدن بشركات :	الأحياء الشعبية	٢	٥
شمال القاهرة ، جنوب القاهرة ، الإسكندرية	الأحياء المتوسطة	٤	١٠
	الأحياء الراقية	٨	١٩

يضاف الى هذه الأحمال التالية :-

المصعد الواحد : ٩ ك.ف.أ

طلمبة المياه الواحدة : ٥ ك.ف.أ

إنارة سلم العمارة : ٠,٢ ك.ف.أ للدور الواحد

التكييف المركزى : طبقا لما يقدمه المشترك

تسخين المياه المركزى : طبقا لما يقدمه المشترك

مع الاخذ في الاعتبار الاشتراطات التالية :

- يحدد ارتفاع المبانى المعمارية و المنشآت بمقدار مرة ونصف عرض الشارع. ويحسب ارتفاع كل دور ٣ م.
- عند تطبيق هذه القواعد يتم حساب مساحة البدروم ضمن مساحة الجزء السكنى من المنشأة أما الجراج فيتم حساب مساحته منفصلاً وتحدد القدرة التصميمية له بنسبة ٥٠ % من القدرة التصميمية المقررة للأغراض السكنية
- إذا كانت المساحة الكلية للمنشأة السكنية تقل عن مائة متر مربع يتم حساب القدرة التصميمية لها على أساس المساحة الكلية تساوي مائة متر مربع
- يتم تطبيق هذه القواعد علىي دور العبادة(مساجد / كنائس) وتعامل عند تحديد القدرة التصميمية لها معاملة الوحدات السكنية بالنسبة للجزء المخصص للعبادة ، أما الوحدات الملحقة بدور العبادة(قاعة مناسبات ، مركز طبي ، مركز تعليمي ، مركز رياضي) فيتم تحديد القدرة التصميمية لها على أساس القدرة المقررة للوحدات التجارية بالمنشآت السكنية.
- يتم تطبيق هذه القواعد علىي المدارس الحكومية في القري والمدن ،ويراعيى بالنسبة للمدارس الحكومية الواقعة بالمدن التابعة لشركات شمال القاهرة ، جنوب القاهرة والإسكندرية معاملتها بالقدرات التصميمية المقررة بالأحياء الشعبية ، أما المدارس غير الحكومية فيطبق عليها قواعد توصيل التغذية الكهربائية للمشروعات الاستثمارية

مثال (١-٢)

مبنى بأحد المناطق الراقية بالقاهرة يتكون من ١٢ دور سكنى كل دور يحتوى على اربع وحدات سكنية مساحة الشقه الواحدة ١٥٠ م٢ والدور الارضى عبارة عن محلات تجارية عدد ٤ محلات بمساحة ١٢٠ م٢ للمحل الواحد كما تحتوى العمارة على عدد ٣ مصاعد وعدد ٢ مضخة مياه بالإضافة الى مضخة مياه احتياطية .

احسب الحمل الكلى المطلوب للمبنى

الحل

من الجدول فان الـ ١٠٠ م٢ سكني تحتاج إلي قدرة كهربية = ٨ ك.ف.أ .

القدرة الكهربية للادوار السكنية هي كالأتي :

= (عدد الدوار * عدد الوحدات * مساحة الوحدة م٢ /١٠٠م٢) * ٨ ك.ف.أ

= (١٠ * ٤ * ١٥٠ م٢ /١٠٠م٢) * ٨ ك.ف.أ

- القدرة الكهربية للسكني = ٤٨٠ ك.ف.أ
- القدرة الكهربية "إنارة السلم" = عدد الطوابق * ٠,٢ ك.ف.أ
- القدرة الكهربية "إنارة السلم" = ١٢ * ٠,٢ =٢,٤ ك.ف.أ
- القدرة الكهربية للمصاعد = ٣*٩ ك.ف.أ =٢٧ك.ف.أ
- القدرة الكهربية لطلمبة المياة = ٢*٥ ك.ف.أ =١٠ك.ف.أ

وعلية فإن القدرة الكهربية اللازمة للعمارة = ٤٨٠+٢,٤+٢٧+١٠ = ٥١٩,٤ ك.ف.أ ، وبأخذ معامل تشتت الأحمال ٨٠% طبقاً لتوصيات شركة توزيع الكهرباء فإن القدرة الكهربية اللازمة للعمارة هي ٤١٥,٥٢ ك.ف.أ

مثال (٢-٢)

مجمع سكنى متوسط يتكون من ٢٥ عمارة سكنية مكونة من خمس طوابق (الدور الارضى + ٤ أدوار متكرر) مع العلم بأن كل دور يتكون من ثلاث شقق سكنية والمساحة الفعلية لكل دور متكرر حوالى ٣٥٠م٢ والدور الارضى ٣٠٠ م٢ ويوجد بكل عمارة مصعد كهربائى ، كما يشتمل المجمع السكنى على شوارع وطرق بمساحة ١٠٥٠٠م٢ ومساحات خضراء ١٢٥٠٠٠ م٢

احسب الحمل الكلى المطلوب وعدد المحولات

الحل:

الحمل الكلى لكل عمارة سكنية اذا كان الحمل النوعى كالتالى (٤ك.ف.أ/١٠٠م٢)

الوصف	المساحة الفعلية (م٢)	الحمل النوعى (ك.ف.أ / م٢)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)
الدورالارضى	٣٠٠	٠,٠٤	١٢,٠
الدورالأول	٣٥٠	٠,٠٤	١٤,٠
الدورألثانى	٣٥٠	٠,٠٤	١٤,٠
الدورالثالث	٣٥٠	٠,٠٤	١٤,٠
الدورالر ابع	٣٥٠	٠,٠٤	١٤,٠
اجمالى الحمل (ك.ف.أ)			٦٨,٠
المصعد (ك.ف.أ)			٩,٠
مضخة المياه (ك.ف.أ)			٥,٠
إنارة السلم (ك.ف.أ)	٥	٠,٢	١,٠
اجمالى الحمل لكل عمارة (ك.ف.أ)			٨٣,٠
معامل التشتت			٠,٨
اجمالى طلب الحمل لكل عمارة (ك.ف.أ)			٦٦,٤

الحمل الكلى للخدمات العامة اذا كان الحمل النوعى كالتالى (١,٠ ك.ف.أ/١٠٠م٢)

الوصف	المساحة (م٢)	معامل الانتفاع (٢٥%)	الحمل النوعى (ك.ف.أ / م٢)	الحمل الاجمالى (ك.ف.أ)
أحمال شوارع وطرق	١٠٥٠٠,٠	٢٦٢٥,٠	٠,٠١	٢٦,٣
أحمال مساحات خضراء	١٢٥٠٠,٠	٣١٢٥,٠	٠,٠١	٣١,٣
إجمالي أحمال الخدمات				٥٧,٥
معامل التشتت				٠,٨
اجمالى الحمل للخدمات العامة (ك.ف.أ)				٤٦,٠٠

إجمالي الأحمال المطلوبه للمشروع

إجمالي الأحمال السكنية (ك.ف.أ)	٦٦,٤	٢٥ عمارة سكنية	١٦٦٠ ك.ف.أ
اجمالى الحمل للخدمات العامة (ك.ف.أ)	٤٦		٤٦ ك.ف.أ
الإجمالى الكلى للمشروع (ك.ف.أ)			١٧٠٦ (ك.ف.أ)

عدد المحولات المطلوبة :

في حالة اختيار محولات زيتية بقدرة ٥٠٠ ك.ف.أ فإن نسبة التحميل المطلوبة لكل محول يجب أن لاتتعدى (٨٠ %) من الحمل المقنن للمحول

$$\text{عدد المحولات} = \frac{\text{١٧٠٦ ك.ف.أ}}{\text{(٨٠ \%)} \times \text{(٥٠٠ ك.ف.أ)}}$$

عدد المحولات المطلوبه للمشروع = ٥ محولات قدرة ٥٠٠ ك.ف.أ ، جهد (١١ك.ف/٣٨٠ف) .

ملحوظة مهمة

- يجب اختيار قدرة المحول اقرب مايكون إلى السعة المطلوبة
- في حالة اختيار السعة أقل من المطلوب سيؤدى إلى عملية الفصل والتوقف المتكرر في حالة الحمل وكذلك تهالك العزل وزيادة مفاقيد الحمل وتقليل العمر الافتراضى للمحول.
- في حالة اختيار السعة أكبر من الكطلوب سيؤدى إلى زيادة التكلفة وزيادة مفاقيد اللاحمل وانخفاض الكفاءة.

- طريقة حساب الاحمال طبقاً للكود المصري

حساب الطلب الأقصى المطلوب لمبني بمعلومية المساحة وتقدير مستوى الاسكان

- يقدر الطلب على الحمل بالكيلو فولت أمبير لكل مائة متر مربع من المباني التي لا يزيد ارتفاعها عن ١٥ طابقاً حسب الموضح بالجدول (١)،
- وللمباني التي يزيد ارتفاعها عن ١٥ طابقاً حسب الموضح بالجدول (٢)
- يحدد ارتفاع العقار بمقدار مرة ونصف عرض الشارع،
- يحسب ارتفاع كل دور بمتوسط ٣متر.
- فى نطاق القاهرة الكبرى - .يتم الاسترشاد بالجدول (٣)
- يتم الرجوع إلى شركات التوزيع المختصة بالنسبة للمحافظات الأخرى.

طلب الحمل (ك.ف.أ) لكل مائة مترمربع بوحدات المباني التى يقل ارتفاعها عن ١٥ طابقاً		
سكني		إداري
إسكان منخفض التكاليف	١,٥-٢	
إسكان متوسط	٢,٥ - ٤	٦-١٢
إسكان فاخر	٦-١٠	

جدول رقم (٢-٢) - النماذج النمطية للطلب على الحمل بوحدات المباني السكنية التى يقل ارتفاعها عن ١٥ طابقاً

طلب الحمل (ك.ف.أ) لكل مائة مترمربع بوحدات المباني التى يزيد ارتفاعها عن ١٥ طابقاً	
سكني	إداري
٨-١٠	١٢

جدول رقم (٢-٣) النماذج النمطية للطلب على الحمل بوحدات المباني السكنية التى يزيد ارتفاعها عن ١٥ طابقاً

مثال (٢-٢)

مبنى سكنى مساحته ٣٥٠ متر مربع فى منطقة متوسطة اقتصادية ويتكون من ستة طوابق

المطلوب :

حساب الحمل الأقصى لهذا المبنى

الحل:

الحمل الأقصي إذا كانت كثافة الحمل ٤ ك.ف.أ/١٠٠ م٢

= المساحة (م٢) X عدد الطوابق X كثافة الحمل (ك.ف.أ) لكل ١٠٠ متر مربع

= ٣٥٠ X ٦ X ٠,٠٤

= ٨٤ ك.ف.أ

مثال (٢-٣)

مبنى سكنى تجارى على مساحة ٦٠٠ م ٢ عبارة عن:

- دور بدروم جراج وخدمات
- عدد / ٢ دور (أرضى + ميزانين) تجارى
- عدد/ ١٦ دور متكرر بكل دور عدد/ ٥ شقة
- عدد/ ٣ مصعد كهربائى كل منهم ١٥ ك.وات
- محطة طلمبات مياه لرفع المياه إلى الخزان العلوى بها عدد/ ٣ طلمبة رفع مياه قدرة ١٧,٥ حصان وكفاءة ٨٨ ٪ أحدهما احتياطية.
- محطة طلمبة كسح مياه من البدروم بها عدد/ ٢ طلمبة قدرة ٦,٥ حصان وكفاءة ٨٧ ٪ أحدهما احتياطية

المطلوب: حساب سعة المحول (المحولات) اللازمة لتغذية المبنى:

الحل:

طلب الحمل (ك.ف.أ) لكل مائة متر مربع بالسكني = ١٠ ك.ف.أ

طلب الحمل (ك.ف.أ) لكل مائة متر مربع بالتجاري= ١٢ ك.ف.أ

م	الوصف	المساحة (م٢)	عدد الادوار	كثافة الحمل (ك.ف.أ/ ١٠٠ م٢)	الحمل الاجمالي (ك.ف.أ)
	البدروم	٦٠٠	١	٢	١٢,٠٠
	التجاري	٦٠٠	٢	١٢	١٤٤,٠٠
	السكني	٦٠٠	١٦	١٠	٩٦٠,٠٠
	المداخل والسلالم وغرف السطح	يمكن اخذها مثل البدروم			١٢,٠٠
١	إجمالي أحمال المبني				١,١٢٨,٠٠

م	الوصف	تفاصيل الحمل					العدد	الحمل الاجمالي
		القدرة حصان	القدرة ك.وات	معامل القدرة	الكفاءة	(ك.ف.أ)		(ك.ف.أ)
	المصاعد		١٥	٠,٨٥		١٧,٦٥	٣	٥٢,٩٤
	محطة طلمبات رفع المياه	١٧,٥		٠,٨٥	٠,٨٨	١٧,٨٧	٢	٣٥,٧٥
	محطة طلمبات كسح المياه	٦,٥		٠,٨٥	٠,٨٧	٦,٧٢	١	٦,٧٢
٢	إجمالي أحمال الخدمات							٩٥,٤١

- إجمالي الحمل الكلي للمبنى (١+٢) = ١١٢٨+٩٥,٤١ = ١٢٢٣,٤ ك.ف.أ

سعة المحول في حالة تحميل المحول بنسبة (٨٠%) = ١٢٢٣,٤/٠,٨=١٥٢٩,٢٥ ك.ف.أ

وبالتالي تكون سعة المحول المطلوب

٢٠٠٠ ك.ف.أ

أو محولين سعة المحول الواحد ١٠٠٠ ك.ف.أ

الفصل الثالث

حساب الأحمال طبقاً لشركة الكهرباء السعودية

حساب الاحمال طبقاً لتعليمات الشركة السعودية للكهرباء

- يعد استهلاك الكهرباء في دول الخليج هو الأعلى مقارنة بالبلدان الأخرى وذلك لزيادة الطلب على الكهرباء وزيادة الأحمال وخاصة أحمال التبريد والتكييف والذى يمثل الحمل الأعلى في الشبكة لملاءماة ارتفاع الرطوبة ودرجة الحرارة والتي تصل في بعض المناطق في بعض أوقات فصل الصيف إلى أكثر من ٥٠ درجة مئوية.

- يتم تصنيف المشتركين طبقاً لطبيعة المنشأة أوالمبني وطبقاً للتراخيص والتصاريح المعتمدة من الجهات المختصة وفي حالة وجود تعارض بين التصاريح والواقع يتم اعتاد التصنيف طبقاً للواقع حيث يتم تصنيف المشتركي طبقاً للجدول التالى يرمز لكل مستهلك برمز معين كماهو موضح بالجداول المرفقه

التصنيف	نوعية الأحمال او المنشأت	الوصف
C1	أحمال سكنية	المنازل السكنية - الفلل - القصور - الاستراحات - مساكن العمال - الخ
C2	محلات تجارية	المحلات التجارية - المخازن - محلات الذهب - الصيدليات - محلات الملابس
C3	شقق مفروشة	الشقق المفروشة
C4	فنادق	الفنادق
C5	مولات ومجمعات تجارية	مجمعات التسوق - المولات التجارية - السوبرماركت - الهايبر ماركت
C6	مطاعم	المطاعم - الكافيهات - الكافتيريات
C7	مكاتب	مكاتب إدارية - مكاتب حكومية - مكاتب عامة - البنوك
C8	مدارس	الروضات - المدارس - معاهد التدريب
C9	مساجد	المساجد
C10	دور الميزانين في الفنادق	دور الميزانين في الفنادق
C11	مناطق عامة / خدمات عامة	دورالسطح - الممرات - السلالم - المدخل
C12	مرافق الخدمات العامة	دورات المياه والمغاسل الخارجية
C13	مواقف سيارات داخلية	مواقف سيارات داخلية
C14	مواقف سيارات خاجية	مواقف سيارات خاجية
C15	انارة الشوارع	انارة الشوارع - إنارة الطرق
C16	الحدائق والمنتزهات	الحدائق والمنتزهات

التصنيف	نوعية الأحمال او المنشأت	الوصف
C17	المناطق المفتوحة	المناطق المفتوحة
C18	المستشفيات / مراكز الخدمات الطبية	المستشفيات / مراكز الخدمات الطبية
C19	المستوصفات الطبية	المستوصفات الطبية
C20	الجامعات / خدمات التعليم العالى	الجامعات - الكليات - معاهد التعليم العالى
C21	الصناعات الخفيفة	المصانع الصغيرة - مزارع الماشية - مزارع الدواجن - مصانع الألبان
C22	الورش	الورش
C23	ثلاجات التبريد	ثلاجات التبريد
C24	المعارض	المعارض
C25	قاعات الاجتماعات والمناسبات	قاعات الإجتماعات - صالات الأفراح - قاعات الاجتماعات
C26	الأماكن الترفيهية	النوادى - المسارح - السينمات - الصالات الرياضية
C27	المزارع والخدمات الزراعية	المزارع - الصوبات الزراعية - مزارع الإنتاج والتعبئة
C28	محطات الوقود	محطات الوقود
C29	المصانع	المصانع الكبيرة ومحطات التصنيع والتي يزيد أحمالها عن (٤ ميجاوات)

الحمل التعاقدي (Contracted Load):

هو الحمل الذي يتم حساب تكاليف توصيل الكهرباءعلي اساسه وذلك حسب قيمة قاطع التيار الرئيسي (**Main Circuit Breaker**) والذي يتم توصيله وتركيبه مع عداد الكيلووات.ساعه اوالمحولات.

حساب مسطح البناء

يتم تحديد مسطح البناء للقطعة الواحدة (سكنية أو سكنية/تجارية) حسب الخطوات التالية :

- تحدد مساحة القطعة الواحدة(م ٢) بناء على أبعادها (الطول * العرض) المعتمدة من الأمانة/البلدية
- تحدد عدد الأدوار وفق المعتمد من الأمانة/البلدية طبقاً لنظام البناء
- تحدد نسبة بناء الأدوار (من مساحة القطعة الواحدة) وفق المعتمد من الأمانة/البلدية في نظام البناء
- تحدد نسبة البناء للملحق (من مساحة السطح) وفق المعتمد من الأمانة/البلدية في نظام البناء
- يتم حساب مسطح البناء للدور الواحد بالمعادلة التالية:

مساحة مسطح البناء(م ٢) = مساحة القطعة الواحدة (م٢) * نسبة البناء لكل دور.

حساب الحمل التعاقدي

يتم حساب الحمل التعاقدى بإحدى الطرق التالية

١- طريقة كثافة الحمل (ك.ف.أ/م٢) وتستخدم هذه الطريقة في حالتين

١-١ الحالة الأولي : اعتماداً على مساحة مسطح البناء ويتم تحديد قيمة الأحمال (ك.ف.أ) وسعة القاطع المناسب (أمبير) من الجداول المعتمدة من الشركة السعودية للكهرباء وذلك مع المشتركين المصنفين سكنى (**C1**) والتجارى (**C2**) والتي لاتتجاوز أحمالهم ٨٠٠ امبير.

١-٢ الحالة الثانية : اعتماداً على كثافة الحمل (ك.ف.أ) ومساحة مسطح البناء وذلك مع المشتركين المصنفين (**C3**) وحتى (**C17**) وأيضاً المنشأت السكنية (**C1**) والتجارية (**C2**) والتي تتجاوز أحمالها ٨٠٠ امبير.

٢- طريقة حساب الأحمال التفصيلية اعتماداً على بيانات وتفاصيل المعدات وظروف التشغيل وذلك مع باقي المشتركين المصنفين (**C18**) وحتى (**C29**)

١-١ طريقة حساب الأحمال (ك.ف.أ) اعتماداً على مساحة مسطح البناء و الجداول المعتمدة من الشركة السعودية للكهرباء

بالنسبة للمنشأت السكنية (C1) والتجارية (C2) والتي لاتتجاوز أحمالها ٨٠٠ امبير يتم حساب الحمل التعاقدي طبقاً للمساحة (م٢) وجهد التغذية طبقاً للقيم المكافئة للمساحة وسعة القاطع كماهو موضح بالجداول التالية :

جدول (١) تقدير الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني السكنية (C1) في حالة تغذيتها بجهد ٢٢٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)	إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٢٥	٤		٣٧٦	٥٧	
٥٠	٨	٣٠	٤٠٠	٦٠	
٧٥	١٢		٤٢٥	٦٣	١٥٠
٧٦	١٣		٤٥٠	٦٦	
١٠٠	١٦	٤٠	٤٦٠	٦٨	
١١٠	١٧		٤٦١	٦٩	
١١١	١٨		٤٧٥	٧٠	
١٢٥	٢٠	٥٠	٥٠٠	٧٣	
١٥٠	٢٤		٥٢٥	٧٦	٢٠٠
١٥١	٢٥		٥٥٠	٨٠	
١٧٥	٢٨	٧٠	٥٧٥	٨٣	
٢٠٠	٣٢		٦٠٠	٨٦	
٢٢٥	٣٦		٦٢٥	٩٠	
٢٢٦	٣٧		٦٢٦	٩١	
٢٥٠	٤٠	١٠٠	٦٥٠	٩٣	
٢٧٥	٤٣		٦٧٥	٩٦	
٣٠٠	٤٦		٧٠٠	١٠٠	٢٥٠
٣٠١	٤٧		٧٢٥	١٠٣	
٣٢٥	٥٠	١٢٥	٧٥٠	١٠٦	
٣٥٠	٥٣		٧٧٥	١١٠	
٣٧٥	٥٦		٨٠٠	١١٣	

٣

تابع جدول (١) تقديرالاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني السكنية (C1) في حالة تغذيتها بجهد ٢٢٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)	إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٨٠١	١١٤	٣٠٠	١٦٠١	٢٢١	٦٠٠
٨٢٥	١١٦		١٧٠٠	٢٣٣	
٨٥٠	١٢٠		١٨٠٠	٢٤٦	
٨٧٥	١٢٣		١٩٠٠	٢٦٠	
٩٠٠	١٢٦		٢٠٠٠	٢٧٣	
٩٢٥	١٣٠		٢٠٠١	٢٧٤	٨٠٠
٩٥٠	١٣٣		٢١٠٠	٢٨٦	
٩٧٥	١٣٦		٢٢٠٠	٣٠٠	
٩٧٦	١٣٧	٤٠٠	٢٣٠٠	٣١٣	
١٠٠٠	١٤٠		٢٤٠٠	٣٢٦	
١٠٢٥	١٤٣		٢٥٠٠	٣٤٠	
١٠٥٠	١٤٦		٢٦٠٠	٣٥٤	
١٠٧٥	١٥٠		٢٧٠٠	٣٦٦	
١١٠٠	١٥٢		٢٧٠١	٣٦٧	١٠٠٠
١١٢٥	١٥٦		٢٨٠٠	٣٨٠	
١١٥٠	١٦٠		٢٩٠٠	٣٩٤	
١١٧٥	١٦٣		٣٠٠٠	٤٠٦	
١٢٠٠	١٦٦		٣٢٠٠	٤٣٣	
١٢٠١	١٦٧	٥٠٠	٣٤٠٠	٤٥٩	
١٣٠٠	١٨٠				
١٤٠٠	١٩٣				
١٥٠٠	٢٠٦				
١٦٠٠	٢٢٠				

جدول (٢) الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني السكنية (C1) في حالة تغذيتها بجهد ٢٣٠/٤٠٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م^2)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٢٥	٤	٢٠
٥٠	٨	
٧٥	١٢	
١٠٠	١٦	
١٠١	١٧	٣٠
١٢٥	٢٠	
١٥٠	٢٤	
١٥١	٢٥	٤٠
١٧٥	٢٨	
٢٠٠	٣٢	
٢٠١	٣٣	٥٠
٢٢٥	٣٦	
٢٥٠	٤٠	
٢٥١	٤١	٧٠
٢٧٥	٤٣	
٣٠٠	٤٦	
٣٢٥	٥٠	
٣٥٠	٥٣	
٣٧٥	٥٦	

إجمالي مسطح البناء (م^2)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٣٧٦	٥٧	١٠٠
٤٠٠	٦٠	
٤٢٥	٦٣	
٤٥٠	٦٦	
٤٧٥	٧٠	
٥٠٠	٧٣	
٥٢٥	٧٦	
٥٥٠	٨٠	
٥٧٥	٨٣	
٥٧٦	٨٤	١٢٥
٦٠٠	٨٦	
٦٢٥	٩٠	
٦٥٠	٩٣	
٦٧٥	٩٦	
٧٠٠	١٠٠	
٧٢٥	١٠٣	
٧٢٦	١٠٤	١٥٠
٧٥٠	١٠٦	
٧٧٥	١١٠	
٨٠٠	١١٣	
٨٢٥	١١٦	
٨٥٠	١٢٠	
٨٧٥	١٢٣	
٩٠٠	١٢٦	

تابع جدول (٢) الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني السكنية (C1) في حالة تغذيتها بجهد ٢٣٠/٤٠٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م٢)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٩٠١	١٢٧	٢٠٠
٩٢٥	١٣٠	
٩٥٠	١٣٣	
٩٧٥	١٣٦	
١٠٠٠	١٤٠	
١٠٢٥	١٤٣	
١٠٥٠	١٤٦	
١٠٧٥	١٥٠	
١١٠٠	١٥٢	
١١٢٥	١٥٦	
١١٥٠	١٦٠	
١١٧٥	١٦٣	
١٢٠٠	١٦٦	
١٢٠١	١٦٧	٢٥٠
١٣٠٠	١٨٠	
١٤٠٠	١٩٣	
١٥٠٠	٢٠٦	
١٥٠١	٢٠٧	٣٠٠
١٦٠٠	٢٢٠	
١٧٠٠	٢٣٣	
١٨٠٠	٢٤٦	
١٨٠١	٢٤٧	٤٠٠
١٩٠٠	٢٦٠	
٢٠٠٠	٢٧٣	
٢١٠٠	٢٨٦	
٢٢٠٠	٣٠٠	
٢٣٠٠	٣١٣	
٢٤٠٠	٣٢٦	
٢٤٠١	٣٢٧	٥٠٠
٢٥٠٠	٣٤٠	
٢٦٠٠	٣٥٤	
٢٧٠٠	٣٦٦	
٢٨٠٠	٣٨٠	
٢٩٠٠	٣٩٤	
٣٠٠٠	٤٠٦	
٣٠٠١	٤٠٧	٦٠٠
٣٢٠٠	٤٣٣	
٣٤٠٠	٤٥٩	
٣٥٠٠	٤٧٠	
٣٦٠٠	٤٨٦	
٣٦٠١	٤٨٧	٨٠٠
٣٨٠٠	٥١٣	
٤٠٠٠	٥٤٠	
٤٢٠٠	٥٦٧	
٤٤٠٠	٥٩٤	
٤٦٠٠	٦٢١	
٤٨٠٠	٦٤٨	

جدول (٣) الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمبانى التجارية (C2) في حالة تغذيتها بجهد ٢٣٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م^2)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)	إجمالي مسطح البناء (م^2)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٢٥	٦	٣٠	٣٠١	٦٥	٢٠٠
٥٠	١٠		٣٢٥	٧٠	
٥٥	١٢		٣٥٠	٧٥	
٥٦	١٣	٥٠	٣٧٥	٨٠	
٧٥	١٦		٤٠٠	٨٦	
١٠٠	٢٢		٤٠١	٨٧	٢٥٠
١٠١	٢٣	٧٠	٤٢٥	٩١	
١٢٥	٢٧		٤٥٠	٩٦	
١٥٠	٣٢		٤٧٥	١٠٢	
١٥١	٣٣	١٠٠	٥٠٠	١٠٧	
١٧٥	٣٨		٥٠١	١٠٨	٣٠٠
٢٠٠	٤٣		٥٢٥	١١٢	
٢٠١	٤٤	١٥٠	٥٥٠	١١٨	
٢٢٥	٤٨		٥٧٥	١٢٣	
٢٥٠	٥٤		٦٠٠	١٢٨	
٢٧٥	٥٩				
٣٠٠	٦٤				

تابع جدول (٣) الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني التجارية (C2) في حالة تغذيتها بجهد ٢٣٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٦٠١	١٢٩	٤٠٠
٦٢٥	١٣٤	
٦٥٠	١٣٩	
٦٧٥	١٤٤	
٧٠٠	١٥٠	
٧٢٥	١٥٥	
٧٥٠	١٦٠	
٧٧٥	١٦٦	
٧٧٦	١٦٧	٥٠٠
٨٠٠	١٧١	
٨٥٠	١٨٢	
٩٠٠	١٩٢	
٩٥٠	٢٠٣	
١٠٠٠	٢١٤	
١٠٠١	٢١٥	٦٠٠
١٠٥٠	٢٢٤	
١١٠٠	٢٣٥	
١١٥٠	٢٤٦	
١٢٠٠	٢٥٦	
١٢٥٠	٢٦٧	
١٢٥١	٢٦٨	٨٠٠
١٣٠٠	٢٧٨	
١٤٠٠	٢٩٩	
١٥٠٠	٣٢٠	
١٦٠٠	٣٤٢	
١٧٠٠	٣٦٣	
١٧٠١	٣٦٤	١٠٠٠
١٨٠٠	٣٨٤	
٢٠٠٠	٤٢٧	
٢١٠٠	٤٤٨	

جدول (٤) الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني التجارية (C2) في حالة تغذيتها بجهد ٢٣٠/٤٠٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)	إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٢٥	٦	٣٠	٣٧٦	٨١	١٥٠
٥٠	١٠		٤٠٠	٨٦	
٧٥	١٦		٤٢٥	٩١	
١٠٠	٢٢		٤٥٠	٩٦	
١١٠	٢٤		٤٧٥	١٠٢	
١١١	٢٥	٥٠	٥٠٠	١٠٧	
١٢٥	٢٧		٥٢٥	١١٢	
١٥٠	٣٢		٥٥٠	١١٨	
١٧٥	٣٨		٥٥١	١١٩	٢٠٠
١٧٦	٣٩	٧٠	٥٧٥	١٢٣	
٢٠٠	٤٣		٦٠٠	١٢٨	
٢٢٥	٤٨		٦٢٥	١٣٤	
٢٥٠	٥٤		٦٥٠	١٣٩	
٢٥١	٥٥	١٠٠	٦٧٥	١٤٤	
٢٧٥	٥٩		٧٠٠	١٥٠	
٣٠٠	٦٤		٧٢٥	١٥٥	
٣٢٥	٧٠		٧٥٠	١٦٠	
٣٥٠	٧٥		٧٧٥	١٦٦	
٣٧٥	٨٠				

٣

تابع جدول (٤) الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمبانى التجارية (C2) في حالة تغذيتها بجهد ٤٠٠/٢٣٠ فولت

إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)	إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)	سعة القاطع (امبير)
٧٧٦	١٦٧	٢٥٠	١٥٠١	٣٢١	٥٠٠
٨٠٠	١٧١		١٦٠٠	٣٤٢	
٨٢٥	١٧٦		١٧٠٠	٣٦٣	
٨٥٠	١٨٢		١٨٠٠	٣٨٤	
٨٧٥	١٨٧		١٨٥٠	٣٩٥	
٩٠٠	١٩٢		١٨٥١	٣٩٦	٦٠٠
٩٢٥	١٩٨		٢٠٠٠	٤٢٧	
٩٢٦	١٩٩	٣٠٠	٢١٠٠	٤٤٨	
٩٥٠	٢٠٣		٢٢٠٠	٤٦٩	
٩٧٥	٢٠٨		٢٢٠١	٤٧٠	٨٠٠
١٠٠٠	٢١٤		٢٣٠٠	٤٩١	
١٠٢٥	٢١٩		٢٤٠٠	٥١٢	
١٠٥٠	٢٢٤		٢٥٠٠	٥٣٣	
١٠٧٥	٢٣٠		٢٦٠٠	٥٥٥	
١١٢٥	٢٤٠		٢٧٠٠	٥٧٦	
١١٢٦	٢٤١	٤٠٠	٢٨٠٠	٥٩٧	
١٢٠٠	٢٥٦		٢٩٠٠	٦١٩	
١٣٠٠	٢٧٨		٣٠٠٠	٦٤٠	
١٤٠٠	٢٩٩				
١٥٠٠	٣٢٠				

يتم حساب سعة القاطع (امبير) والأحمال (ك.ف.أ) طبقاً للمساحة (م٢) كماهو موضح بالجداول السابقة والأحمال المذكورة بالجداول تشمل جميع الأحمال بمافيها أحمال التكييف الغير مركزى وفى حالة استخدام تكييف مركزي يتم طرح قيمة أحمال التكييف من القيم المذكورة بالجداول لتصبح كثافة الحمل كالتالى

٣

بالنسبة للأحمال السكنية = ١٠٠ ف.أ/م٢

بالنسبة للأحمال التجارية = ١٥٠ ف.أ/م٢

ثم يضاف قيمة أحمال التكييف المركزى للناتج وفى حالة إذا كان الناتج أقل من القيم الموجودة بالجدول يتم احتساب الحمل طبقاً للجداول .

وفى حالة وجود المساحة بين قيمتين بالجدول فإنه يمكن حساب الحمل المطلوب من خلال المعادلة التالية :

$$CL = [(A - A1/A2 - A1) \times (CL2 - CL1)] + CL1$$

مساحة مسطح المبنى المطلوب=A

مساحة مسطح المبنى الأقل طبقاً للجدول=A1

مساحة مسطح المبنى الأعلى طبقاً للجدول=A2

الحمل الأقل طبقاً للجدول=CL1

مثال

مبنى سكنى مساحة مسطح البناء له تساوى (١٨٥٠م٢) ، احسب الحمل المطلوب (ك.ف.أ) .

الحل

المساحة المطلوبه تقع بين القيم التالية

الوصف	إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)
القيمة الأقل	١٨٠١	٢٤٧
القيمة الأعلى	١٩٠٠	٢٦٠

من المعادلة التالية

$$CL=[(A-A1/A2-A1)\times(CL2-CL1)]+CL1$$

$$CL=[(1850-1801/1900-1801)\times(260-247)]+247$$

CL=253.5 KVA

الوصف	إجمالي مسطح البناء (م²)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)
القيمة الأقل	١٨٠١	٢٤٧
القيمة المطلوبة	١٨٥٠	٢٥٣,٥
القيمة الأعلى	١٩٠٠	٢٦٠

١-٢ الحالة الثانية : اعتماداً على كثافة الحمل (ك.ف.أ) ومساحة مسطح البناء وذلك مع المشتركين المصنفين (C3) وحتى (C17) وأيضاً المنشآت السكنية (C1) والتجارية (C2) والتي تتجاوز المذكور بالجداول.

- الحمل الكلى (ك.ف.أ) = (الحمل النوعى (ف.أ/م٢) X صافى مساحة المبنى (م٢)) / ١٠٠٠

جدول (٥) يوضح قيمة الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني المصنفة (C1) إلي (C17)

الكود	تصنيف المشتركين	وصف الأحمال	ف.أ/م٢
C1	أحمال سكنية	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	١٤٥-١٦٠
C2	أحمال تجارية	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢١٥-٢٤٠
C3	شقق مفروشة	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	١٧٥
C4	فنادق	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٤٠
C5	مولات ومجمعات تجارية	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٥٥
C6	مطاعم	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٣٥
C7	مكاتب	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٢٠
C8	مدارس	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	١٨٠
C9	مساجد	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	١٨٥
C10	دور الميزانين في الفنادق	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	١٠٠
C11	مناطق عامة / خدمات عامة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٦٠
C12	مرافق الخدمات العامة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٥٠
C13	مواقف سيارات داخلية	أحمال إنارة +أنظمة التحكم في البوابات + أنظمة الامان	٣٠
C14	مواقف سيارات خاجية	أحمال إنارة	٥
C15	انارة الشوارع	أحمال إنارة	٥
C16	الحدائق والمنتزهات	أحمال إنارة + نظام الرى	٤
C17	المناطق المفتوحة	أحمال إنارة	٣

جدول (٦) يوضح قيمة الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني المصنفة (C18) إلي (C29)

الكود	تصنيف المشتركين	وصف الأحمال	ف.أ/م٢
C18	المستشفيات / مراكز الخدمات الطبية	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٥٠
C19	المستوصفات الطبية	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٢٥
C20	الجامعات / خدمات التعليم العال	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٤٥
C21	الصناعات الخفيفة	أحمال إنارة + مخارج قوي + المحركات + تبريد وتكييف	٢٨٠
C22	الورش	أحمال إنارة + مخارج قوي	٨٠
C23	ثلاجات التبريد	أحمال إنارة + مخارج قوي + التشيلرات	٢٦٠
C24	المعارض	أحمال إنارة + مخارج قوي	٧٠
C25	قاعات الاجتماعات والمناسبات	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٣٠
C26	الأماكن الترفيهية	أحمال إنارة + مخارج قوي + تبريد وتكييف	٢٠٠
C27	المزارع والخدمات الزراعية	أحمال إنارة + مخارج قوي	١٣٠
C28	محطات الوقود	أحمال إنارة + مخارج قوي	٩٠
C29	المصانع	أحمال إنارة + مخارج قوي + المحركات + تبريد وتكييف	٢٩٥

ملحوظة مهمة

. الاحمال المذكورة للاحمال العادية فقط وفي حالة وجود أحمال خاصة يجب اضافتها للحمل الكلى

. بالنسبة للمستهلكين المصنفين (C18) إلى (C29) يفضل حساب الأحمال طبقاً لتفاصيل المعدات والأجهزة الموجودة بالمنشأ أو المشروع

جدول (٧) يوضح قيمة الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني المصنفة (C18) إلي (C29) بدون أحمال التكييف

الكود	تصنيف المشتركين	وصف الأحمال	ف.أ/م٢
C3	شقق مفروشة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٨٠
C4	فنادق	أحمال إنارة + مخارج قوي	٩٥
C5	مولات ومجمعات تجارية	أحمال إنارة + مخارج قوي	٧٥
C6	مطاعم	أحمال إنارة + مخارج قوي	٩٥
C7	مكاتب	أحمال إنارة + مخارج قوي	٩٠
C8	مدارس	أحمال إنارة + مخارج قوي	٨٠
C9	مساجد	أحمال إنارة + مخارج قوي	٦٥
C10	دور الميزانين في الفنادق	أحمال إنارة + مخارج قوي	٤٠
C11	مناطق عامة / خدمات عامة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٦٠
C12	مرافق الخدمات العامة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٥٠
C13	مواقف سيارات داخلية	أحمال إنارة + أنظمة التحكم في البوابات + أنظمة الامان	٣٠
C14	مواقف سيارات خاجية	أحمال إنارة	٥
C15	انارة الشوارع	أحمال إنارة	٥
C16	الحدائق والمنتزهات	أحمال إنارة + نظام الرى	٤
C17	المناطق المفتوحة	أحمال إنارة	٣
C18	المستشفيات / مراكز الخدمات الطبية	أحمال إنارة + مخارج قوي	١١٥
C19	المستوصفات الطبية	أحمال إنارة + مخارج قوي	١٠٠
C20	الجامعات / خدمات التعليم العالى	أحمال إنارة + مخارج قوي	١٢٥
C21	الصناعات الخفيفة	أحمال إنارة + مخارج قوي + المحركات	٢٤٠
C22	الورش	أحمال إنارة + مخارج قوي	٨٠
C23	ثلاجات التبريد	أحمال إنارة + مخارج قوي + التشيلرات	٢٥
C24	المعارض	أحمال إنارة + مخارج قوي	٧٠
C25	قاعات الاجتماعات والمناسبات	أحمال إنارة + مخارج قوي	١١٥
C26	الأماكن الترفيهية	أحمال إنارة + مخارج قوي	٩٠
C27	المزارع والخدمات الزراعية	أحمال إنارة + مخارج قوي	١١٥
C28	محطات الوقود	أحمال إنارة + مخارج قوي	٧٠
C29	المصانع	أحمال إنارة + مخارج قوي + المحركات	٢٥٠

جدول (٨) يوضح قيمة الاحمال الكهربائية بالنسبة للمساحة للمباني المصنفة (C18) إلي (C29) في حالة أحمال التدفئة

الكود	تصنيف المشتركين	وصف الأحمال	ف.أ/م٢
C3	شقق مفروشة	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٤٥
C4	فنادق	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٩٥
C5	مولات ومجمعات تجارية	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	٢٠٠
C6	مطاعم	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٩٥
C7	مكاتب	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٨٠
C8	مدارس	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٥٠
C9	مساجد	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٥٠
C10	دور الميزانين في الفنادق	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	٨٠
C11	مناطق عامة / خدمات عامة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٦٠
C12	مرافق الخدمات العامة	أحمال إنارة + مخارج قوي	٥٠
C13	مواقف سيارات داخلية	أحمال إنارة +أنطمة التحكم في البوابات + أنظمة الامان	٣٠
C14	مواقف سيارات خاجية	أحمال إنارة	٥
C15	انارة الشوارع	أحمال إنارة	٥
C16	الحدائق والمتنزهات	أحمال إنارة + نظام الرى	٤
C17	المناطق المفتوحة	أحمال إنارة	٣
C18	المستشفيات / مراكز الخدمات الطبية	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	٢١٠
C19	المستوصفات الطبية	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٩٠
C20	الجامعات / خدمات التعليم العال	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	٢١٠
C21	الصناعات الخفيفة	أحمال إنارة + مخارج قوي + المحركات + أحمال التدفئة	٢٦٥
C22	الورش	أحمال إنارة + مخارج قوي	٨٠
C23	ثلاجات التبريد	أحمال إنارة + مخارج قوي + التشيلرات	٢٦٠
C24	المعارض	أحمال إنارة + مخارج قوي	٧٠
C25	قاعات الاجتماعات والمناسبات	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٩٥
C26	الأماكن الترفيهية	أحمال إنارة + مخارج قوي + أحمال التدفئة	١٦٥
C27	المزارع والخدمات الزراعية	أحمال إنارة + مخارج قوي	١٢٥
C28	محطات الوقود	أحمال إنارة + مخارج قوي	٨٥
C29	المصانع	أحمال إنارة + مخارج قوي + محركات + أحمال التدفئة	٢٨٠

ملحوظة مهمة

. الاحمال المذكورة للاحمال العادية فقط وفي حالة وجود أحمال خاصة يجب اضافتها للحمل الكلى

. بالنسبة للمستهلكين المصنفين (C18) إلى (C29) يفضل حساب الأحمال طبقاً لتفاصيل المعدات والأجهزة الموجودة بالمنشأ أو المشروع

-بعد حساب الأحمال طبقاً لاحدى الطرق السابقة يتم تطبيق معامل الطلب طبقاً لماهو موضح بالجدول التالى

جدول (٩) يوضح قيمة معامل الطلب (DF) طبقاً لتصنيف المشتركين

الكود	تصنيف المشتركين	معامل الطلب	الكود	تصنيف المشتركين	معامل الطلب
C1	أحمال سكنية	٠,٦٠	C18	المستشفيات / مراكز الخدمات الطبية	٠,٨٠
C2	محلات تجارية	٠,٧٠	C19	المستوصفات الطبية	٠,٧٠
C3	شقق مفروشة	٠,٧٠	C20	الجامعات / خدمات التعليم العالى	٠,٨٠
C4	فنادق	٠,٧٥	C21	الصناعات الخفيفة	٠,٩٠
C5	مولات ومجمعات تجارية	٠,٧٠	C22	الورش	٠,٩٠
C6	مطاعم	٠,٧٠	C23	ثلاجات التبريد	٠,٩٠
C7	مكاتب	٠,٧٠	C24	المعارض	٠,٧٠
C8	مدارس	٠,٨٠	C25	قاعات الاجتماعات والمناسبات	٠,٨٠
C9	مساجد	٠,٩٠	C26	الأماكن الترفيهية	٠,٨٠
C10	دور الميزانين في الفنادق	٠,٧٥	C27	المزارع والخدمات الزراعية	٠,٩٠
C11	مناطق عامة / خدمات عامة	٠,٨٠	C28	محطات الوقود	٠,٧٠
C12	مر افق الخدمات العامة	٠,٧٥	C29	المصانع	٠,٩٠
C13	مو اقف سيارات داخلية	٠,٨٠			
C14	مو اقف سيارات خاجية	٠,٩٠			
C15	انارة الشوارع	٠,٩٠			
C16	الحدائق والمنتزهات	٠,٨٠			
C17	المناطق المفتوحة	٠,٩٠			

يتم استخدام معامل الطلب مع الأحمال الفردية وفى حالة وجود تنوع في الأحمال يتم استخدام معامل الطلب المناسب لكل حمل . طبقاً للمعادلة التالية :

$$DL = (\sum_{i=1}^{n} CLi \ X \ DFi)$$

بعد حساب الحمل المطلوب للأحمال الفردية يتم تطبيق معامل التنوع للحصول على الحمل المتزامن

جدول (١٠) يوضح قيمة معامل التزامن (CF) طبقاً لعدد المستهلكين/ الوحدات

عدد المستهلكين	معامل التباين CF(N)	عدد المستهلكين	معامل التباين CF(N)	عدد المستهلكين	معامل التباين CF(N)
١	١,٠٠٠	٣٤	٠,٥٨١	٦٧	٠,٥٦٨
٢	٠,٧٢٣	٣٥	٠,٥٨١	٦٨	٠,٥٦٨
٣	٠,٦٨٨	٣٦	٠,٥٨٠	٦٩	٠,٥٦٨
٤	٠,٦٦٨	٣٧	٠,٥٧٩	٧٠	٠,٥٦٨
٥	٠,٦٥٤	٣٨	٠,٥٧٩	٧١	٠,٥٦٧
٦	٠,٦٤٤	٣٩	٠,٥٧٨	٧٢	٠,٥٦٧
٧	٠,٦٣٦	٤٠	٠,٥٧٨	٧٣	٠,٥٦٧
٨	٠,٦٢٩	٤١	٠,٥٧٧	٧٤	٠,٥٦٧
٩	٠,٦٢٤	٤٢	٠,٥٧٧	٧٥	٠,٥٦٦
١٠	٠,٦١٩	٤٣	٠,٥٧٦	٧٦	٠,٥٦٦
١١	٠,٦١٦	٤٤	٠,٥٧٦	٧٧	٠,٥٦٦
١٢	٠,٦١٢	٤٥	٠,٥٧٥	٧٨	٠,٥٦٦
١٣	٠,٦٠٩	٤٦	٠,٥٧٥	٧٩	٠,٥٦٦
١٤	٠,٦٠٧	٤٧	٠,٥٧٥	٨٠	٠,٥٦٦
١٥	٠,٦٠٤	٤٨	٠,٥٧٤	٨١	٠,٥٦٥
١٦	٠,٦٠٢	٤٩	٠,٥٧٤	٨٢	٠,٥٦٥
١٧	٠,٦٠٠	٥٠	٠,٥٧٣	٨٣	٠,٥٦٥
١٨	٠,٥٩٨	٥١	٠,٥٧٣	٨٤	٠,٥٦٥
١٩	٠,٥٩٧	٥٢	٠,٥٧٣	٨٥	٠,٥٦٥
٢٠	٠,٥٩٥	٥٣	٠,٥٧٢	٨٦	٠,٥٦٤
٢١	٠,٥٩٤	٥٤	٠,٥٧٢	٨٧	٠,٥٦٤
٢٢	٠,٥٩٢	٥٥	٠,٥٧٢	٨٨	٠,٥٦٤
٢٣	٠,٥٩١	٥٦	٠,٥٧١	٨٩	٠,٥٦٤
٢٤	٠,٥٩٠	٥٧	٠,٥٧١	٩٠	٠,٥٦٤
٢٥	٠,٥٨٩	٥٨	٠,٥٧١	٩١	٠,٥٦٤
٢٦	٠,٥٨٨	٥٩	٠,٥٧٠	٩٢	٠,٥٦٤
٢٧	٠,٥٨٧	٦٠	٠,٥٧٠	٩٣	٠,٥٦٣
٢٨	٠,٥٨٦	٦١	٠,٥٧٠	٩٤	٠,٥٦٣
٢٩	٠,٥٨٥	٦٢	٠,٥٧٠	٩٥	٠,٥٦٣
٣٠	٠,٥٨٤	٦٣	٠,٥٦٩	٩٦	٠,٥٦٣
٣١	٠,٥٨٣	٦٤	٠,٥٦٩	٩٧	٠,٥٦٣
٣٢	٠,٥٨٣	٦٥	٠,٥٦٩	٩٨	٠,٥٦٣
٣٣	٠,٥٨٢	٦٦	٠,٥٦٨	٩٩	٠,٥٦٣

يمكن الحصول على معامل التزامن لعدد معين من الوحدات (N) من خلال المعادلة التالية:

$$CF(N) = \frac{(0.67+\frac{0.33}{\sqrt{N}})}{1.25}$$

يمكن الحصول على طلب الحمل التزامنى من خلال المعادلة التالية :

$$CDL = (\sum_{i=1}^{n} CLi \ X \ DFi) \ \mathrm{X} \ \mathrm{CF(n)}$$

مثال (١)

احسب حمل الطلب التزامنى (CDL) المطلوب لمبنى سكنى مساحته الاجمالية ٦٠٠ م٢ مكون من ثلاثة أدوار كل دوريشمل وحدتين سكنيتين وبالمبنى ملحق بالسطح إذا كانت نسبة البناء بالطوابق ٦٠% ونسبة البناء بملحق السطح ٤٠% من مساحة مسطح الدور.

مساحة مسطح البناء للدور الكامل = (٦٠%) × ٦٠٠ = ٣٦٠ م٢

مساحة مسطح البناء للوحدة السكنية الواحدة بكل دور = ٣٦٠ / ٢ = ١٨٠م٢

مساحة مسطح البناء للملحق بالسطح = (٤٠%) × ٣٦٠ = ١٤٤ م٢

إجمالي مساحة مسطح البناء للمبنى = (١٨٠×٢×٣) + (١٤٤) = ١٢٢٤م٢

من الجداول رقم (٢) بالنسبة للوحدات السكنية فإن القاطع المناسب = ٤٠ أمبير أما بالنسبة للملحق فإن القاطع المناسب = ٣٠ أمبير

من الجدول رقم (٩) نجد أن معامل الطلب (D.F) للأحمال السكنية = ٠,٦

من الجدول رقم (١٠) نجد أن معامل التزامن (CF) لعدد ٧ وحداث = ٠,٦٣٦

حمل الطلب التزامنى يمكن الحصول عليه من المعادلة التالية :

$$CDL = (\sum_{i=1}^{n} \text{CBi X DFi}) \text{ X CF(n)}$$

$$\text{CDL} = ((6X40+1X30) \text{ X0.6) X } 0.636$$

$$\text{CDL} = 103.04 \text{ A}$$

حمل الطلب التزامنى (ك.ف.أ) = ١,٧٣٢× ٤٠٠×١٠٣,٠٤ = ٧١,٤ (ك.ف.أ)

في حالة حساب الأحمال طبقاً لكثافة الحمل (١٦٠ ف.ا/م٢)

الوصف	إجمالي مسطح البناء (م²)	العدد	معامل الطلب (DF)	كثافة الحمل (ف/أ.م٢)	الحمل الكلى (ك.ف.أ)
الوحدات السكنية	١٨٠	٦	٠,٦	١٦٠	١٠٣,٧
ملحق السطح	١٤٤	١	٠,٦	١٦٠	١٣,٨

حمل الطلب التزامنى = (١٠٣,٧+١٣,٨) × ٠,٦٣٦ = ٧٤,٧ (ك.ف.أ)

تيار الطلب التزامنى = ٧٤,٧ / (١,٧٣٢ × ٤٠٠) = ١١٠ أمبير

مثال (٢)

احسب حمل الطلب المتزامن لمخطط يتكون من عدد (٦) قطع مخصصة لمبانى سكنية وقطعة رقم (٧) مخصصة لمسجد كماهو موضح بالجدول التالي

تفاصيل قطعة الأرض			تفاصيل الأدوار بالمبنى		تفاصيل قطعة الأرض			تفاصيل الأدوار بالمبنى	
رقم القطعة	الطول م	العرض م	رقم الدور	عدد الوحدات	رقم القطعة	الطول م	العرض م	رقم الدور	عدد الوحدات
١	٢٥	٢٠	أرضي	٢	٢	٢٥	٢٠	أرضي	٢
			أول	٢				أول	٢
			ثان	٢				ثان	٢
			ثالث	٢				ثالث	٢
			رابع	٢				رابع	٢
			ملحق السطح	١				ملحق السطح	١
٣	٢٥	٢٣,٣٢	ارضى تجاري	١	٤	٢٥	٢٣,٣٢	أرضي	٢
			أول	٢				أول	٢
			ثان	٢				ثان	٢
			ثالث	٢				ثالث	٢
			رابع	٢				رابع	٢
			ملحق السطح	١				ملحق السطح	١
٥	٢٥	٢٥	مواقف سيارات داخلية	١	٦	٢٥	٢٥	مواقف سيارات داخلية	١
			أول	١				أول	١
			ثاني	١				ثاني	١
			ثالث	١				ثالث	١
			رابع	١				رابع	١
			ملحق السطح	١				ملحق السطح	١
٧	٤٠	٥٠	مواقف سيارات حارجية	١					
			مسجد (ارضى)	١					
			مسجد (اول)	١					

من الجداول (٢) ، (٤) ، (٥) ، (٩) ، (١٠)

حسابات الأحمال طبقاً لمساحات قطع الأراضى بالمخطط الجهد ٢٣٠/٤٠٠ فولت

تفاصيل قطعة الأرض				تفاصيل الأدوار بالمبنى				تفاصيل الوحدات بكل دور										تفاصيل الأحمال والمغذيات								
رقم القطعة	الطول (م)	العرض (م)	المساحة (م٢)	رقم الدور	نسبة البناء (%)	مسطح البناء للدور (م٢)	عدد الوحدات	مسطح البناء للوحدة م٢	كود التصنيف	معامل الكثافة (ف.أ/م٢)	سعة القاطع (امبير)	الحمل الموصل (CL) (ك.ف.أ)	معامل الطلب (DF)	طلب الحمل (CL) (ك.ف.أ)	معامل التزامن (CF)	طلب الحمل المتزامن (CDL) (ك.ف.أ)	(%)	رقم المغذي	إجمالي مسطح البناء م٢	الحمل الموصل (CL) (ك.ف.أ)	عدد الوحدات	معامل التزامن (CF)	سعة القاطع (امبير)	طلب الحمل المتزامن (CDL) (امبير)	طلب الحمل المتزامن (CDL) (ك.ف.أ)	طلب الحمل المتزامن (CDL) (%)
١	٢٥	٢٠	٥٠٠	أرضي	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠	١	١٦٢٠	١٥٦	١١	٠,٦١٦	١٢٥	١٢١,٩٧	٩٥,٨٠	٦١,٦
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				أول	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثان	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثالث	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				رابع	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ملحق السطح	٢٤	١٢٠	١	١٢٠	C1	١٦٠	٣٠	١٩,٢٠	٠,٦٠	١١,٥٢	١,٠٠٠	١١,٥٢	١٠٠									
٢	٢٥	٢٠	٥٠٠	أرضي	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠	٢	١٦٢٠	١٥٦	١١	٠,٦١٦	١٢٥	١٢١,٩٧	٩٥,٨٠	٦١,٦
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				أول	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثان	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثالث	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				رابع	٦٠	٣٠٠	٢	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ملحق السطح	٢٤	١٢٠	١	١٢٠	C1	١٦٠	٣٠	١٩,٢٠	٠,٦٠	١١,٥٢	١,٠٠٠	١١,٥٢	١٠٠									
٣	٢٥	٢٣,٣٢	٥٨٣	ارضى	٦٠	٣٥٠	١	٣٥٠	C2	٢١٤	١٠٠	٧٥,٠٠	٠,٧٠	٥٢,٥٠	١,٠٠٠	٥٢,٥٠	١٠٠	٣	١٨٩٠	٢٠٠	١٠	٠,٦١٩	٢٠٠	١٥٨,٥	١٢٤,٠١	٦١,٩
				أول	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثان	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثالث	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				رابع	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ملحق السطح	٢٤	١٤٠	١	١٤٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٢,٤٠	٠,٦٠	١٣,٤٤	١,٠٠٠	١٣,٤٤	١٠٠									
٤	٢٥	٢٣,٣٢	٥٨٣	أرضي	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠	٤	١٨٩٠	١٨١	١١	٠,٦١٦	١٥٠	١٤٠,٤٥	١١١,٧٧	٦١,٦
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				أول	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثان	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ثالث	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				رابع	٦٠	٣٥٠	٢	٢٠٠	C1	١٦٠	٤٠	٣٢,٠٠	٠,٦٠	١٩,٢٠	١,٠٠٠	١٩,٢٠	١٠٠									
								١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
				ملحق السطح	٢٤	١٤٠	١	١٤٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٢,٤٠	٠,٦٠	١٣,٤٤	١,٠٠٠	١٣,٤٤	١٠٠									
٥	٢٥	٢٥	٦٢٥	مواقف سيارات	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C13	٣٠	٢٠	١١,٢٥	٠,٨٠	٩,٠٠	١,٠٠٠	٩,٠٠	١٠٠	٥	٢٠٢٥	١٥٨	٦	٠,٦٤٤	٢٥٠	١٣٠,١	١٠١,٦٢	٦٤,٤
				أول	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				ثاني	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				ثالث	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				رابع	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				ملحق السطح	٢٤	١٥٠	١	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
٦	٢٥	٢٥	٦٢٥	مواقف سيارات	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C13	٣٠	٢٠	١١,٢٥	٠,٨٠	٩,٠٠	١,٠٠٠	٩,٠٠	١٠٠	٦	٢٠٢٥	١٥٨	٦	٠,٦٤٤	٢٥٠	١٣٠,١	١٠١,٦٢	٦٤,٤
				أول	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				ثاني	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				ثالث	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				رابع	٦٠	٣٧٥	١	٣٧٥	C1	١٤٩	٧٠	٥٦,٠٠	٠,٦٠	٣٣,٦٠	١,٠٠٠	٣٣,٦٠	١٠٠									
				ملحق السطح	٢٤	١٥٠	١	١٥٠	C1	١٦٠	٣٠	٢٤,٠٠	٠,٦٠	١٤,٤٠	١,٠٠٠	١٤,٤٠	١٠٠									
٧	٤٠	٥٠	٢٠٠٠	مواقف سيارات	٢٥	٥٠٠	١	٥٠٠	C14	٥	٢٠	٢,٥٠	٠,٩٠	٢,٢٥	١,٠٠٠	٢,٢٥	١٠٠	٧	٢٢٠٠	٢٨٥	٢	٠,٧٢٣	٢٠٠	١٣٩,٩	٢٠٦,٢٧٢	٧٢,٣
				ارضى	٦٥	١٣٠٠	١	١٣٠٠	C9	١٨٥	١٢٥	٢٤٠,٥٠	٠,٩٠	٢١٦,٤٥	١,٠٠٠	٢١٦,٤٥	١٠٠									
				اول	٢٠	٤٠٠	١	٤٠٠	C9	١٨٥	٧٠	٧٤,٠٠	٠,٩٠	٦٦,٦٠	١,٠٠٠	٦٦,٦٠	١٠٠									

عدد قطع الأرضى بالمخطط =	٦
قدرة الحمل الموصل (ك.ف.أ) =	١٢٩٤
قدرة طلب الحمل المتزامن (ك.ف.أ) =	٧٤١
قدرة المحطة المطلوبة (ك.ف.أ) =	١٠٠٠
نسبة التحميل =	%٧٤,١

الفصل الرابع

طريقة حساب الحمل التفصيلي

٢- حساب الأحمال التفصيلى

الخطوة الأولى في تصميم أي أعمال خاصة بالتركيبات الكهربائية المختلفة هو تحديد جميع الأحمال الكهربائية الخاصة بالدوائر والمعدات الموجودة داخل المشروع وظروف التشغيل ومعاملات القدرة ومعاملات الطلب والجهد والتردد .

يمكن تصنيف الأحمال الكهربائية الموجودة في نطاق المشروع إلى :

١. أحمال الإنارة
٢. أحمال مخارج القوى العادية والخاصة
٣. أحمال المحركات الكهربائية
٤. أحمال التبريد والتهوية والتكييف
٥. أحمال معدات خاصة وأحمال متنوعة

١- أحمال الإنارة

تعتبر وحدات الإضاءة هي العنصر الرئيسى لأحمال الإنارة الموجودة داخل أي مشروع سواء كانت إنارة داخلية أوخارجية وتتنوع المصابيح الضوئية إلي مصابيح الفتيلة العادية (Incandescent) ومصابيح التفريغ الفلورسنت (Fluorescent) ومصابيح بخار الصوديوم عالي الضغط (High Pressure Sodium) ومصابيح الهاليد المعدنى (Metal Halide)

وقد تطورات أحمال الإنارة في الأعوام الأخيرة وأصبح الاتجاه إلي أستخدام وحدات الإضاءة من نوعية (LED) هو السائد لرفع كفاءة الطاقة وتقليل الأحمال وتكاليف الاستهلاك حيث أن مصابيح (LED) تستهلك طاقة أقل مقارنة بالأنواع الأخرى من المصابيح كما أن العمر الإفتراضى وزمن التشغيل أكبر من الأنواع الأخرى وكذلك التنوع في أشكال والألوان وطرق التركيب ساعد في انتشارها كل ذلك ساهم في انتشار هذه النوعية من المصابيح

الجدول التالى يوضح مقارنة بسيطة بين بعض أنواع المصابيح

وجه المقارنة	المصابيح العادية (Incandescent)	مصابيح الفلورسنت المدمج (CFL)	مصابيح (LED)
القدرة (وات)	٦٠	١٨	١٢
الفيض الضوئى (ليومن)	٨٠٠	١١٠٠	١١٠٠
متوسط العمر الافتراضى (ساعة)	١٢٠٠	٨٠٠٠	٢٥٠٠٠
الحرارة الناتجة من المصباح (و.ح.ب/ ساعة)	٨٥	٣٠	٤

جدول رقم (٤-١)

- لحساب أحمال الإنارة في حالة توفر معلومات كافية عن وحدات الإنارة يتم حساب الحمل طبقاً لنوع وحدة الإنارة وبيانات المصنع علي أن تكون شاملة القدرة المسحوبة شاملة ملحقات التشغيل وقيم التوافقيات (Harmonics) التى قد تكون موجودة وذلك في حالة توافر جميع البيانات علي أن يتم الحساب علي أساس أكبر قدرة لمصباح أولمبه يمكن تركيبها داخل وحدة الإنارة علي سبيل المثال في حاله توفر نوعين من المصابيح يمكن تركيبها في حامل المصباح (lamp holder) وقدرتها كالتالي ٣٠ وات ، ٣٢ وات يتم حساب القدرة للمصباح علي أساس ٣٢ وات وفي حالة عدم توفر المعلومات يتم تقديرها بحيث لاتقل القدرة لوحدة الإنارة الواحدة عن ١٠٠ وات للمخرج الواحد

مثال (٤-١)

احسب الحمل الكلي لدائرة تغذي عدد (١٠) وحدات إضاءة فلورسنت (٦٠× ١٢٠سم) كل وحدة مزود بعدد (٤) لمبات (T12) قدرة الواحدة ٤٠ وات مع الاخذ في الاعتبار القدرة المسحوبة من خلال ملحقات التشغيل لكامل وحدة الاضاءة ٣٠ وات

القدرة للكشاف = (عدد اللمبات × قدرة اللمبة الواحدة) + قدرة ملحقات التشغيل

القدرة للكشاف = (٤×٤٠) + ٣٠ = ١٩٠ وات

القدرة الكلية = ١٠ × ١٩٠ = ١٩٠٠ وات

- في حالة أحمال الإنارة التي لا يتوفر معلومات كافية ودوائر مصابيح التفريغ الكهربى يحسب الحمل كالآتي:

الحمل (فولت. أمبير) = قدرة المصباح بالوات × ١,٨

وهذا المعامل (١,٨) مبني على أساس أن تكون الدائرة ذات معامل قدرة يساوي أو يزيد عن ٠,٨٥، مع مراعاة الفقد الناتج عن أجهزة التشغيل وعن تيارات التوافقيات.

- في حالة عدم توافر أي معلومات عن وحدات الانارة يمكن الاستعانة بالجدول التالى لتحديد قيمة أحمال الإنارة لكل متر مربع

جدول رقم (٤-٢) الأحمال القياسية لأنظمة الإنارة للمرافق المختلفة طبقاً للكود الأمريكى (NEC Table 220-12)	
المرافق	الحمل (ف.أ/م٢)
المباني السكنية	٣٣
المدارس	٣٣
البنوك	٣٩
المستشفيات	٢٢
الفنادق	٢٢
المحلات التجارية	٣٣
المساجد ودور العبادة	١١
مواقف السيارات	٦
المطاعم	٢٢
المكاتب والمبانى الإدارية	٣٩
المخازن	٣
المسارح والقاعات	١١
المداخل والممرات والسلالم	٦

- البيانات المذكورة بالجدول طبقاً للكود الأمريكي (NEC) وفى حالة حساب مكونات الدائرة من اسلاك وكايلات وقواطع حماية يجب الأخذ فى الاعتبار طبيعة تشغيل الحمل هل هو مستمر اوغير مستمر كماهو مذكور بالفقرة (210.19 (A)(1)(a)والفقرة ((210.20(A) يجب تطبيق معامل أمان (١٢٥%) فى حالة الحمل المستمر .

مثال (٤-٢)

مبنى سكنى مساحته ٢٠٠ م٢

احسب حمل الانارة وعدد دوائر التغذية في حالة استخدام قواطع حماية ١٠ أمبير عند جهد ٢٢٠ فولت

من الجدول (٤-٢) حمل الانارة للمبانى السكنية (٣٣ ف.أ/م٢)

Total lighting Load (KVA) = 33(VA/m^2) X 200 (m^2) = 6.6 (KVA)

فى حالة المبانى السكنية تكون أحمال الانارة غير مستمرة

$$\text{Total Lighting Load (A)} = \frac{6600}{220} = 30\ (A)$$

$$\text{No of Circuits} = \frac{30}{10} = 3$$

مثال (٤-٣)

مبنى إدارى مساحته الكلية ٨٠٠ م٢

احسب حمل الانارة وعدد دوائر التغذية في حالة استخدام قواطع حماية ١٥ أمبير عند جهد ٢٢٠ فولت

من الجدول (٤-٢) حمل الانارة للمبانى الإدارية (٣٩ ف.أ/م٢)

Total Lighting Load (KVA) = 39(VA/m^2) X 800 (m^2) = 31.2 (KVA)

فى حالة المبانى الإدارية تكون أحمال الانارة مستمرة يجب أخذ معامل الطلب (١٢٥%)

$$\text{Total Lighting Load (A)} = \frac{31200 \times 1.25}{220} = 177.28\ (A)$$

$$\text{No of Circuits} = \frac{177.28}{15} = 12$$

- معامل الطلب المذكور في المثال هو للتوضيح فقط وفى بعض الاحيان اذا كان الحمل مستمر قد يطبق المصمم معاملات امان اكبر من الواحد
- فى حالة حساب الاحمال بهذه الطريقة او بطريقة الحمل التفصيلي (اذا توفرت البيانات الخاصة بوحدات الاضاءة) فيجب الالتزام باكبر حمل ناتج من الطريقتين .

أحمال مخارج القوى العادية والخاصة

المخارج العادية

- في حالة وجود مواصفات خاصة او بيانات توضح قيمة القدرة المطلوبة للمخرج يجب الالتزام بها
- فى حالة عدم توفر المعلومات المطلوبة لتحديد القدرة المطلوبه ، يتم تقدير الحمل الكهربي على أساس ١,٥ أمبير لكل مخرج و يمكن الاستعانة بالجدول الاسترشادى التالي لتحديد القدرة التقديرية على أساس ١,٥ امبير للمخرج العادى وطبقاً للجهد ونوعية المخرج أو المأخذ

الكود المستخدم	القدرة (ف.أ)
الكود الامريكي (NEC)	١٨٠
الكود العربي	٢٠٠
الكود الأوروبي(EN)	١٥٠

جدول رقم (٤-٣)

الأحمال التي تتجاوز قدرتها ٣ كيلووات يجب أن تغذي بدائرة منفصلة وكذلك المعدات أو الأجهزة التي تتطلب دائرة منفصلة طبقاً لظروف ومتطلبات التشغيل وتوجهات المهندس المصمم .

عدد وحدات الانارة أو المخارج العادية التي يمكن توصيلها على دائرة واحدة

معظم الأكواد لم تحدد عدد مخارج القوى العادية التي يمكن توصيلها على دائرة واحدة ولكن يمكن حساب عدد المخارج من خلال المعادلة التالية :

$$\text{عدد المخارج للدائرة الواحدة} = \frac{\text{سعة قاطع الدائرة (أمبير)} \times \text{نسبة التحميل للقاطع (\%)} \times \text{جهد الدائرة (فولت)}}{\text{القدرة التقديرية للمخرج الواحد (ف.أ)}}$$

$$\text{عدد المخارج للدائرة الواحدة} = \frac{\text{سعة قاطع الدائرة (أمبير)} \times \text{نسبة التحميل للقاطع (\%)}}{\text{القدرة التقديرية للمخرج الواحد (أمبير)}}$$

مثال (٤-١)

احسب عدد مخارج القوى العادية التى يمكن توصيلها على دائرة واحدة محمية بقاطع ٢٠ أمبير اذا كانت نسبة التحميل ٢٥% .

الحل

$$\text{عدد المخارج للدائرة الواحدة} = \frac{\text{٢٠ (أمبير)} \times \text{٢٥ (\%)} \times \text{٢٢٠ (فولت)}}{\text{١٨٠ (ف.أ)}}$$

عدد المخارج للدائرة الواحدة = ٦ مخارج

المخارج الخاصة ومخارج الاجهزة

- في حالة معلومية تفاصيل القدرة الفعلية للأجهزة الموجودة بالمبنى يتم حساب الأحمال طبقاً لبيانات المصنع الخاصة بالجهاز ومتطلبات التشغيل

كما يمكن الاطلاع على الجداول التالية والتي توضح بعض القيم الاسترشادية لبعض الأجهزة المنزلية والتي تشهد تطور باستمرار مع الوقت والذي يؤثر بدوره على توسع وزيادة الأحمال

١- أحمال الأجهزة الالكترونية

وصف الجهاز أو المعدة	الحمل (وات)		معيار التنوع	متوسط الحمل (وات)
	من	إلي		
تليفزيون عادي	٤٠	١٠٠	طبقاً لمقاس الشاشة والتقنية ودرجة الوضوح	٥٠
تليفزيون LCD	٢٥	٣٠٠	طبقاً لمقاس الشاشة والتقنية ودرجة الوضوح	١٥٠
تليفزيون بلازما	٢٠٠	٢٥٠	طبقاً لمقاس الشاشة والتقنية ودرجة الوضوح	٢٠٠
شاشة كمبيوتر	٧٥	١٥٠	طبقاً لمقاس الشاشة والتقنية ودرجة الوضوح	٧٥
جهاز العاب فيديو	٥٠	٩٠	طبقاً للتقنية ونوع الجهاز	٩٠
كمبيوتر مكتبى	٦٠	٣٠٠	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٢٥٠
كمبيوتر محمول	٢٠	١٠٠	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٦٠
راوتر	٢	٢٠	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٦
طابعة	٣٠	٥٠	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٤٠
طابعة مخططات	٣٠٠	٥٠٠	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٤٥٠
مشغل أقراص	١٠	٣٠	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٣٠
شاحن جوال	٢	٦	طبقاً للتقنية ومواصفات الجهاز	٥

جدول رقم (٤-٤)

٢- أحمال أجهزة التنظيف

وصف الجهاز أو المعدة	الحمل (وات)		معيار التنوع	متوسط الحمل (وات)
	من	إلي		
سخان مياه	١٠٠٠	٤٠٠٠	طبقاً للحجم وعدد اللترات	١٥٠٠
غسالة ملابس عادية	٣٠٠	١٥٠٠	طبقاً للسعة (كجم) والتقنية ومواصفات الجهاز	٥٠٠
غسالة اوتوماتيك	١٥٠٠	٥٠٠٠	طبقاً للسعة (كجم) والتقنية ومواصفات الجهاز	٣٠٠٠
مكواة ملابس	٨٠٠	٢٠٠٠	نوعية الملابس والمبخر إن وجد	١٢٠٠
مكنسة كهربائية	٣٠٠	٣٠٠٠	طبقاً للحجم وقدرة الموتور	١٤٠٠
مجفف الشعر	٨٠٠	١٥٠٠	طبقاً لبرنامج التشغيل	١٥٠٠

جدول رقم (٤-٥)

٣- أحمال أجهزة الإنذار

وصف الجهاز أو المعدة	الحمل (وات)		معيار التنوع	متوسط الحمل (وات)
	من	إلي		
أنظمة التيار الخفيف والانذار	٥٠٠	٥٠٠٠	طبقاً للسعة ونوع النظام	لاينطبق

جدول رقم (٤-٦)

٤- أحمال أجهزة التهوية والتبريد

وصف الجهاز أو المعدة	الحمل (وات)		معيار التنوع	متوسط الحمل (وات)
	من	إلي		
مروحة سقف	٥٠	١٠٠	طبقاً لقدرة المحرك وعدد الريش	٧٥
مروحة مكتب	٢٥	٤٥	طبقاً لقدرة المحرك وعدد الريش	٤٥
مروحة استاند	٥٠	١٥٠	طبقاً لقدرة المحرك وعدد الريش	٧٥
جهاز تكييف ١ طن	١٢٠٠	١٧٠٠	طبقاً لقدرة الجهاز (طن تبريد) ومعامل الكفاءة ومساحة الحيز	١٥٠٠
جهاز تكييف ١,٥ طن	١٨٠٠	٢٥٠٠	طبقاً لقدرة الجهاز (طن تبريد) ومعامل الكفاءة ومساحة الحيز	٢٢٠٠
جهاز تكييف ٢ طن	٢٥٠٠	٣٢٠٠	طبقاً لقدرة الجهاز (طن تبريد) ومعامل الكفاءة ومساحة الحيز	٣٠٠٠
دفاية	٨٠٠	٤٠٠٠	طبقاً للحجم ومساحة الحيز	٢٥٠٠

جدول رقم (٤-٧)

٤

٥- أحمال أجهزة الطبخ

وصف الجهاز أو المعدة	الحمل (وات) من	الحمل (وات) إلي	معيار التنوع	متوسط الحمل (وات)
بوتاجاز مسطح كهربائى	١٠٠٠	٣٠٠٠	طبقاً لعدد المواقد (٧٥٠ وات لموقد الواحد)	١٥٠٠
فرن كهربائي	١٠٠٠	٥٠٠٠	طبقاً للحجم وعدد المواقد وملحقات الفرن ودرجة الحرارة	١٥٠٠
موقد مزود بفرن كهربائي	٥٠٠٠٠	١٠٠٠٠	طبقاً للحجم وعدد المواقد وملحقات الفرن ودرجة الحرارة	٨٠٠٠٠
غسالة أطباق	١٢٠٠	٢٠٠٠	طبقاً للسعة (كجم) والتقنية ومواصفات الجهاز	١٨٠٠
ثلاجة	١٠٠	٤٠٠	طبقاً للسعة (لترات/قدم) والتقنية ومواصفات الجهاز	٢٥٠
ديب فريزر	٣٠٠	١٥٠٠	طبقاً للسعة (لترات/عدد الارفف) والتقنية ومواصفات الجهاز	٧٥٠
محضرة قهوة	٣٠٠	١٥٠٠	طبقاً للسعة (عدد الاكواب) والتقنية ومواصفات الجهاز	٧٥٠
برادة المياه	٢٠٠	٦٥٠	طبقاً للسعة (لترات)	٣٥٠
غلاية القهوة	٢٠٠	٣٠٠	طبقاً للسعة (لترات)	٣٠٠
غلاية مياة	١٢٠٠	٢٥٠٠	طبقاً للسعة (لترات)	٢٠٠٠
ميكروويف	٥٠٠	١٨٠٠	طبقاً للحجم	١٢٠٠
مقلاة كهربائيه صغيرة	٧٥٠	١٠٠٠	طبقاً للحجم	١٠٠٠
مقلاة كهربائيه عائلية	١٢٠٠	١٦٠٠	طبقاً للحجم	١٥٠٠
ماكينة فيشار	٢٥٠	٣٠٠	طبقاً للحجم	٢٥٠
طباخة أرز	٣٥٠	٦٠٠	طبقاً للحجم	٥٠٠
توستر	٨٠٠	١٦٠٠	طبقاً للحجم	١٢٠٠
شو اية كهربائية	١٠٠٠	١٥٠٠	طبقاً للحجم	١٥٠٠
خلاط	٣٠٠	١٠٠٠	طبقاً للحجم وقدرة الموتور	٦٠٠
محضرة طعام	٤٠٠	١٥٠٠	طبقاً للحجم وقدرة الموتور	٦٠٠

جدول رقم (٤-٨)

- لحساب الأحمال الكهربائية يمكن الاستعانة بالجدول التالى مع مراعاة التالى :

- القيم والبيانات الواردة في الجداول التالية استرشادية والقيم النهائيه يجب أن تكون طبقاً لبيانات المعدات إن وجدت أوطبقاً لمايره المصمم
- القيم المذكوره للأحمال هي قيمة التيار بوحدة الامبير ويجب الاخذ في الاعتبار تنوع معامل القدره ويجب أن تتم الحسابات علي معامل القدره الاصلي بدون اضافه اي تحسينات
- قد تزيد أو تقل القيم المذكوره في الجدول ( ) وذلك طبقاً لظروف تشغيل المعدات وتحميل دوائر التركيبات وذلك طبقاً لمايقرره المصمم.
- يحسب التيار الأقصى المطلوب للدوائر النهائية أو الفرعية بجمع تيارات كافة نقط الاستخدام (المآخذ والبرايز) والأجهزة الثابتة على الدوائر مع تطبيق معامل الطلب المناسب طبقاً لما هو موضح بالجدول ( ) أو كما يقرر المهندس المصمم.
- يجب أن يتم تقدير قيم معاملات الطلب بطريقه عملية مناسبه وليس بطريقة عشوائيه وذلك من خلال الرجوع إلي بيانات الفعليه للمشاريع المنفذة أو عن طريق الهيئات المسئولة عن الطاقة الكهربائية أوعن طريق مهندس مختص من خلال الرجوع إلي الاكواد العالمية ومن أشهرها الكود البريطاني (IET)(BS7671)
- وهو الكود المقتبس منه البيانات الخاصة بمعاملات الطلب والتباين لمعظم الاكواد الموجوده بالدول العربية.

جدول (٤-٩) يوضح البيانات الخاصة بالتيار التصميمي لبعض المأخذ والأجهزة الكهربائية

نوع المأخذ أو الأجهزة الكهربائية	التيار التصميمي
مآخذ سعة ٢ أمبير	على الأقل ٠,٥ أمبير للمآخذ الواحد
مآخذ بخلاف المآخذ سعة ٢ أمبير	التيار المقنن (Rated) للمآخذ
مخارج الإضاءة	التيار المكافئ لتيار الحمل على ألا يقل عن ١٠٠ وات لكل مخرج.
الساعات الكهربائية ومآخذ الحلاقة ومحولات الأجراس وجميع الأجهزة الكهربائية كأحمال لا تزيد قدرتها عن ٥ ف.أ.	يمكن تجاهلها كحمل على الدوائر
جهاز طهي كهربائي لوحدة سكنية	١٠أمبير + ٣٠٪ من بقية التيار المقنن وفي حالة وجود مخرج مخرج إضافي ضمن وحدة تحكم الجهاز يضاف ٥ أمبير إلى الناتج.
جميع الأجهزة الثابتة الأخرى	١٠٠٪ من للتيار المقنن.

جدول جدول (٤-١٠) يوضح البيانات الخاصة بالتيار التصميمي لبعض المأخذ والأجهزة الكهربائية

نوع الحمل	عمارات تتكون من عدة وحدات سكنية	وحدة سكنية أووحدات سكنية خاصة	فنادق صغيرة أو مباني عامة للنوم والمعيشة	مكاتب ومتاجرومبان عامة خلاف الورش والمصانع
الإنارة	٥٠٪ من الحمل الكلي	٦٦٪ من الحمل الكلي	٧٥٪ من الحمل الكلي	٩٠٪ من الحمل الكلي
المآخذ الكهربائية (البرايز)	١٠٠٪ من التيار التصميمي لأكبر مآخذ بالدائرة. + ٤٠٪ من مجموع التيارات التصميمية لباقي مآخذ الدائرة	١٠٠٪ من التيار التصميمي لأكبر مآخذ بالدائرة. +٤٠٪ من مجموع التيارات التصميمية لباقي مآخذ الدائرة.	١٠٠٪ من التيار التصميمي لأكبر مآخذ بالدائرة. +٤٠٪ من التيار التصميمي لباقي مآخذ الدائرة. +٧٥٪ من التيار التصميمي لباقي المآخذ في دوائر الأماكن العامة بالمبني.	١٠٠٪ من التيار التصميمي لأكبر مآخذ بالدائرة +٧٥٪ من مجموع التيارات التصميمية لباقي مآخذ الدائرة
أجهزة الطهي	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٥٠٪ من الحمل الكامل للجهاز الأول الذي يلي أكبر جهاز + ٣٣٪ من الحمل الكامل للجهاز الثاني الذي يلي أكبر جهاز +20٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من الحمل الكامل للأجهزة حتى ١٠ أمبير. +٣٠٪ من الحمل المقنن الزائد على ١٠ أمبير +٥ أمبير إذا كان يوجد بالجهاز مخرج إضافي.	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز. +٨٠٪ من الحمل الكامل للجهاز الأول الذي يلي أكبر جهاز. +٦٠٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز. +٨٠٪ من الحمل الكامل للجهاز الأول الذي يلي أكبر جهاز. +٦٠٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة
الأجهزة الكهربائية الثابتة خلاف المحركات والسخانات وأجهزة الطهي (مثل الثلاجة والفريزر ومالم يذكر في البند السابق)	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز. +٥٠٪ من الحمل الكامل للجهاز الأول الذي يلي أكبر جهاز +٣٣٪ من الحمل الكامل للجهاز الثاني الذي يلي أكبر جهاز +٢٠٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من إجمالي الحمل الكامل لمجموع الأجهزة حتى سعة ١٠ أمبير +٥٠٪ من الحمل للأجهزة التى حملها يزيد عن ١٠ أمبير	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٨٠٪ من الحمل الكامل للجهاز الأول الذي يلي أكبر جهاز +٦٠٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٧٥٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة.

تابع جدول جدول (٤-١٠)

نوع الحمل	عمارات تتكون من عدة وحدات سكنية	وحدة سكنية أو وحدات سكنية خاصة	فنادق صغيرة أو مباني عامة للنوم والمعيشة	مكاتب ومتاجر ومبان عامة خلاف الورش والمصانع
المحركات الكهربائية "خلاف محركات المصاعد التي لها اعتبارات خاصة"	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك + ٥٠٪ من الحمل لباقي المحركات	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك + ٥٠٪ من الحمل لباقي المحركات	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك +٥٠٪ من الحمل الكامل لباقي المحركات.	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك +٨٠٪ من الحمل الكامل للمحرك الذي يلي أكبر محرك. +٦٠٪ من الحمل الكامل لباقي المحركات.
المصاعد الخاصة والسلالم المتحركة	يتم تحديد الحمل المطلوب بناءاً على توجهات وبيانات المصنع			
السخانات الكهربائية متقطعة التشغيل	١٠٠٪ من الحمل لأكبر سخان +١٠٠٪ من الحمل الكامل للسخان الذي يلي أكبر سخان +٢٥٪ من الحمل الكامل لباقي السخانات.			تقدر بمعرفة المهندسين المختصين طبقاً لظروف التشغيل الفعلية.
السخانات الكهربائية مستمرة التشغيل	١٠٠٪ من الحمل الكامل في جميع الحالات.			
مضخات المياه	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك + ٢٥٪ من الحمل لباقي المحركات			

- القيم والبيانات الواردة في الجداول قيم استرشادية والقيم النهائيه يجب أن تكون طبقاً لبيانات المعدات إن وجدت أوطبقاً لمايحدده المصمم

الحمل المستقبلي (Future/Spare Load)

تتوفر بعض الحسابات للتنبؤ بالأحمال فى محطات توليد الطاقة ولكن لايوجد طريقة حسابية محددة لحساب توسع الحمل المستقبلى فى مشاريع المبانى و يتم تحديده بناء على الخبرة والتنبؤ للمصمم وتختلف النسبة المحددة من مشروع لاخر بناء علي عدة عوامل منها :

١. نوع المبنى وموقعه
٢. التوسع العمراني
٣. طبيعة تشغيل الأحمال والمعدات بالمبنى
٤. استخدام أنظمة توفير الطاقة وإدارة المبنى
٥. الصيانة الدورية

مثال (٤-٢)

احسب الحمل التقديرى لدائرة كهربائية لتغذية موقد كهربائي مزود فرن وشواية يعمل على جهد ٢٢٠ فولت وتفاصيل الاحمال كالتالى :

- عدد (٤) مواقد قدرة الواحد ٣ كيلو وات
- فرن كهربائى ٢ كيلووات
- شوايه كهربائية ٢ كيلووات

Total Connected Load (KW) = 4 X 3 + 2 + 2 = 14 (KW)

$$\text{Total Connected Load (A)} = \frac{14000}{220 \times 1.0} = 63.6\ (A)$$

- من جدول رقم (٤-١٠)

Total Required load = (100%) X (10) + (30%) X (63.6 - 10) = 26.08 (A)

مثال (٤-٣)

احسب الحمل التقديرى لمبنى سكنى يعمل على جهد ٢٢٠ فولت ويحتوى على الأحمال التالية :

- عدد (٢) دائرة إنارة تغذى الدائرة الواحدة عدد (١٠) وحدات
- عدد (٣) دائرة مخارج عادية محمية بقاطع حماية سعة (٢٠) أمبير
- عدد (١) دائرة لتغذية سخان كهربائى بقدرة (٣) كيلووات
- عدد (٤) وحدة تكييف سعة ١,٥ طن تبريدي
- موقد كهربائي مزود فرن وشواية وتفاصيل الاحمال كالتالى :

عدد (٤) مواقد قدرة الواحد ٣ كيلو وات

فرن كهربائى ٢ كيلووات

شوايه كهربائية ٢ كيلووات

من الجداول رقم (٤-٩) و (٤-١٠)

١- أحمال الإنارة

1- Lighting Load (W) = 2 x 10 x 100 = 2000 (W)

D.F = 66%

$$\text{Lighting Load (A)} = \frac{2000 \times 0.66}{220 \times 0.8} = 7.5\ (A)$$

٢- أحمال المخارج العادية

2- Socket Outlet Load (A) = (100%) X 20 (A) + (40%) X 2 X 20 (A) = 36 (A)

يمكن للمصمم حساب أحمال المخارج عن طريق تقدير حمل المخرج كالتالى :

إذا كان حمل المخرج الواحد (١٨٠) فولت أمبير والدائرة الواحدة تغذي عدد (٦) مخارج

Socket Outlet Load (VA) = 3 X 6 X 180 = 3.24 (KVA)

Socket Outlet Load (A) = 3.24(KVA)/220 = 14.7 (A)

٣- أحمال السخانات الكهربية

3 - Water Heater Load (A) = 3 (KW) /220 X 1.0 = 13.64 (A)

٤- الحمل الكهربي لوحدة تكييف ١,٥ طن يعادل تقريبا ٢٤٠٠ وات

4 - HVAC LOAD FOR ONE UNIT (A) = 2400 / (220 X 0.8) =13.64 (A)

TOTAL HVAC LOAD (A) = (100%) X (13.64) + (50%) X 3 X (13.64) =20.46 (A)

٥- أحمال معدات الطبخ كمافي المثال رقم (٤-٢)

5- ELECTRIC STOVE LOAD (A) = (100 %) X (10) + (30%) X (63.6 - 10) = 26.08 (A)

إجمالي الأحمال للمبني

TOTAL CONNECTED LOAD (A)= 7.5 + 36 + 13.64 + 20.24 + 26.08 = 103.46 (A)

فى حالة اختيار حمل المخارج طبقاً للحمل التقديرى (١٨٠) فولت أمبير فان إجمالى الحمل للمبنى يكون كالتالى :

Total Connected Load (A)= 7.5 + 14.7 + 13.64 + 20.24 + 26.08 = 82.16 (A)

مثال (٤-٤)

احسب الحمل التقديرى لمبنى إدارى يحتوى على الأحمال التالية :

١- أحمال إنارة :

- عدد (٢) دائرة إنارة تغذى الواحدة عدد (١٠) وحدات إنارة فلورسنت (٦٠ × ٦٠سم) بقدرة (٤×١٨ وات) وملحقات التشغيل بقدرة (١٥ وات) .

- عدد (١) دائرة إنارة تغذى الواحدة عدد (١٢) وحدات إنارة فلورسنت مدمج بقدرة (٢ × ٣٦ وات) .

٢- أحمال مخارج عادية :

- عدد (٤) دائرة لتغذية مخارج عادية (١٣ أمبير) بعدد (٥)

٣-أحمال أجهزة كهربائية :

- عدد (١) مخرج قوى لتغذية ماكينة بقدرة (١٠ كيلووات)
- عدد (١) مخرج قوى لتغذية ماكينة بقدرة (٣ كيلووات)

٤- أحمال معدات المطبخ :

- غلاية مياه بقدرة (٢٠٠٠ وات)
- ميكرويف بقدرة (١٥٠٠ وات)
- ثلاجة بقدرة (٣٠٠ وات)

٥- أحمال السخانات :

- عدد (٢) سخان مياه بقدرة (٢٠٠٠ وات)

٦- أحمال أجهزة التكييف والتهوية :

- عدد (٣) جهاز تكييف سعة (٢ طن تبريد)

١- أحمال الإنارة

1- Lighting Load (W) = (90%) x (2 x 10 x (4x18 + 15)) + (12 x (2 x 36) x 1.8) = 2.97 (KW)

$$\text{Lighting Load (A)} = \frac{2970}{220 \times 0.85} = 15.9 \text{ (A)}$$

٢- أحمال المخارج العادية

2- Socket Outlet Load (VA) = (5 x 180) + (75%) x (3) x (5 x 180) = 2.93 (KVA)

Socket Outlet Load (A) = 2.93(KVA) /220 = 13.3 (A)

٣- أحمال الأجهزة الكهربائية

3- Electrical Appliances Load (KW) = (100%) x (10) + (75%) x (2) = 11.5 (KW)

$$\text{Electrical Appliances Load (A)} = \frac{11.5 \text{ X } 1000}{220 \times 0.85} = 61.51 \text{ (A)}$$

٤-أحمال معدات الطبخ

4- Cooking Appliances Load (W) = (100%) x (2000) + (80%) X (1500) + (60%) X (300) = 3.38 (KW)

$$\text{Cooking Appliances Load (A)} = \frac{3.38 \text{ X } 1000}{220 \times 0.85} = 18.01 \text{ (A)}$$

٥-أحمال السخانات بالاستعانة بمعاملات الطلب المذكورة بالجدول (٤-١١)

5 – Water Heater Load (W) = (2) x (2000) X (0.3) = 1.2 (KW)

$$\text{Water Heater Load (A)} = \frac{1.2 \times 1000}{220 \times 1.0} = 5.46\ (A)$$

٤-الحمل الكهربي لوحدة تكييف (٢) طن يعادل تقريبا ٣٠٠٠ وات

6- HVAC LOAD FOR ONE UNIT (A) = 3000 / (220 X 0.8) =17.05 (A)

TOTAL HVAC LOAD (A) = (100%) X (17.05) + (80%) X (17.05) =30.69 (A)

إجمالى الأحمال للمبنى (امبير)

Load Description	Load (A)	وصف الحمل
Lighting	15.9	إنارة
Normal Socket	13.3	مخارج عادية
Electrical Appliances	61.51	أجهزة كهربائية
Cooking Appliances	18.01	معدات المطبخ
Water Heater	5.46	السخانات
HVAC	30.69	التكييف والتهوية
Total Load	144.87	إجمالى الأحمال

أمثلة من الكود المصرى لحساب الاحمال

مثال (١):

ما هو التيار التصميمي لجهاز تكييف ١,٥ حصان يعمل على جهد ٢٢٠ فولت ومعامل قدرة ٠,٨٥ وكفاءة ٨٠٪

الحل: الحمل = ١,٥ × ٧٤٦ = ١١١٩ وات

$$\text{التيار التصميمى} = \frac{\text{الحمل بالوات}}{\text{الجهد} \times \text{معامل القدرة} \times \text{الكفاءة}}$$

$$\text{التيار التصميمى لجهاز التكييف} = \frac{١١١٩}{٢٢٠ \times ٠,٨٥ \times ٠,٨} = ٧,٥ \text{أمبير}$$

مثال (٢):

ما هو أدنى تيار تصميمي مسموح به لدائرة تحتوى على ست (مآخذ كهربية) برايزسعة ٢ أمبير؟

الحل: من جدول (٣-١): البريزة سعة ٢ أمبير تحسب على الأقل ٠,٥ أمبير فيكون أدنى تيار تصميمي مسموح به لهذه الدائرة = عدد البرايز × سعة أقل تيار بالأمبير = ٦ × ٠,٥ = ٣ أمبير

مثال (٣):

مبنى يحتوى على عدة وحدات سكنية يشتمل على الأحمال التالية:

(١) أحمال إنارة ٧٥ ك.و. ومعامل قدرة = ١ .

(٢) ٣٠ دائرة للمآخذ الكهربية تحتوى كل دائرة على ست مآخذ كل منها بسعة ٢ أمبير.

(٣) ١٠ سخانات كهربية متقطعة التشغيل والحمل الإسمى لكل منها ١,٥ ك.و. ومعامل قدرة = ١ .

المطلوب:

تحديد الحمل الأقصى لهذا المبنى مع السماح باستخدام معاملات التباين فى حالة:

(أ) إذا كان المبنى عمارة سكنية.

(ب) إذا كان المبنى سوق تجارى.

الحل:

(أ) فى حالة استخدام المبنى كعمارة سكنية مكونة من عدة وحدات سكنية (جدول ٣-٢).

حمل الإنارة = ٥٠٪ × ٧٥ = ٣٧,٥ ك.وات = ٣٧,٥ ك.ف.أ

حمل دائرة المآخذ الكهربائية بالأمبير = ٢ + ٠,٤٠ × ٢ × ٥ = ٦ أمبير

$$\text{حمل الدائرة الكهربية بالكيلو فولت أمبير} = \frac{٦ \times ٢٢٠}{١٠٠٠} = ١,٣٢ \text{ ك.ف.أ}$$

الحمل الكلى للمأخذ = ٣٠ دائرة × ١,٣٢ = ٣٩,٦ ك.ف.أ

حمل السخانات الكهربية = ١,٥+١,٥+٢٥٪(٨×١,٥)= ٦ك.وات(٦ ك.ف.أ)

الحمل الكلى = ٣٧,٥ + ٣٩,٦ + ٦ = ٨٣,١ ك.ف.أ

(ب) فى حالة استخدام المبنى كسوق تجارى

حمل الإنارة = ٩٠٪ × ٧٥ = ٦٧,٥ ك.وات (ك.ف.أ)

حمل دائرة المآخذ الكهربائية = ٢ + ٧٥٪ (٥ × ٢) = ٩,٥٨ أمبير

حمل الدائرة بالفولت أمبير = (٩,٥٨ × ٢٢٠) / ١٠٠٠ = ٢,١٠٨ ك.ف.أ

حمل البرايز = ٣٠ دائرة × ٢,١٠٨ = ٦٣,٢٣ ك.ف.أ

حمل السخانات = ١٠ × ١,٥ = ١٥ ك.ف.أ

الحمل الكلى = ٦٧,٥ + ٦٣,٢٣ + ١٥ = ١٤٥,٧٣ ك.ف.أ

مثال (٤):

فيلا (وحدة سكنية خاصة) مطلوب تحديد الحمل الكهربائى لها ، وهى تحتوى على الآتى:

(١) عدد من مخارج الإنارة بإجمالى ١٥٠٠٠ وات

(٢) مآخذ كهربائية: سعة ٢ أمبير بعدد /٣٠ دائرة (كل دائرة تحتوى على عدد ست مآخذ).

(٣) أجهزة كهربائية:

- باب جراج يعمل بموتور ١,٢ حصان
- جهاز ألعاب رياضية بقدرة ١٤٠٠ وات
- عدد / ٧ أجهزة تكييف:

عدد / ٢ بقدرة ٣,٥ حصان (٢,٦ ك.وات)

عدد / ٣ بقدرة ٢,٥ حصان (١,٩ ك.وات)

عدد / ٢ بقدرة ٢ حصان (١,٥ ك.وات)

(٤) أجهزة الطهى:

- جهاز طهى رئيسى كهربائى بقدرة ٦٠٠٠ وات
- عدد / ٢ جهاز طهى كهربائى فرعى قدرة ٢٠٠٠ وات
- عدد / ١ جهاز تسخين كهربائى قدرة ١٢٠٠ وات

(٥) طلمبات تعمل بموتور كهربائى:

- طلمبة ضخ مياه بقدرة ١,٦ ك.وات
- طلمبة رى حدائق بقدرة ٢,٨ ك.وات
- طلمبة كسح بالبدروم بقدرة ٠,٦ ك.وات

(٦) السخانات وما يماثلها:

- عدد / ٢ سخان من النوع الذى يعمل مستمراً بسعة ٣ ك.وات
- عدد / ١ سخان من النوع الذى يعمل مستمراً بسعة ٢ ك.وات
- عدد / ١ سخان لحظى بسعة ٦ ك.وات
- جهاز سخان للتسخين لجهاز الجاكوزى بسعة ٥ ك.وات

٤

- جهاز سخان للتسخين بغرفة الساونا بسعة ٤ ك.وات

الحل:

من جدول (٤-١٠) العمود الخاص بوحدة سكنية خاصة:

(١) الإنارة: تحسب ٦٦٪ من أحمال الإنارة

٦٦٪ × ١٥٠٠٠ = ٩,٩ ك.وات

(٢) المآخذ: حمل دائرة المآخذ الكهربائية بالأمبير:

٢ + $\frac{٤٠}{١٠٠}$ × ٢ × ٥ = ٦ أمبير

حمل الدائرة الكهربية بالكيلووات = ٦ × ٢٢٠ × ٠,٨٥ = ١,١٢٢ ك.وات باعتبار معامل قدرة ٠,٨٥

الحمل الكلى للمأخذ = ١,١٢٢ × ٣٠ = ٣٣,٦٦ ك.وات

(٣) الأجهزة الكهربائية:

١٠٠٪ من إجمالى الحمل الكامل لمجموع الأجهزة حتى سعة ١٠ أمبير [(١,٨٧ ك.وات) على أساس ٠,٨٥ معامل قدرة] + ٥٠٪ من الحمل للأجهزة التى حملها يزيد عن ١٠ أمبير

(١,٢ × ٠,٧٤٦ + ١,٤ + ٢ × ١,٥) + ٥٠ ٪ [٢ × ٢,٦ + ٣ × ١,٩]

= (٠,٩ + ١,٤ + ٣) + $\frac{٥٠}{١٠٠}$ [٥,٢+٥,٧]=٥,٣+٥,٤=١٠,٧٥ك.و

(٤) أجهزة الطهى:

١٠٠٪ من الحمل الكامل للأجهزة حتى ١٠ أمبير + ٣٠٪ من الحمل المقنن الزائد على ١٠ أمبير (٢,٢ ك.وات على أساس معامل قدرة واحد صحيح).

= (٢ × ٢,٠٠ + ١,٢) + ٣٠٪ (٦) = ٧,٠٠ ك.وات

(٥) المحركات الكهربائية:

١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك + ٥٠٪ من الحمل لباقى المحركات = ١٠٠٪ [٢,٨] + ٥٠٪ [١,٦ + ٠,٦] = ٣,٩ ك.وات

(٦) السخانات وما ماثلها:

(أ) السخانات الكهربائية متقطعة التشغيل:

١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر سخان + ١٠٠٪ من الحمل الكامل للسخان الذى يلى أكبر سخان + ٢٥ ٪ من الحمل الكامل لباقى الساخانات

= ٦ + ٥ + ٢٥٪ (٤) = ١٢ ك.وات

(ب) السخانات الكهربائية مستمرة التشغيل:

١٠٠٪ من الحمل الكامل فى جميع الحالات

= ٢ × ٣ + ٢ = ٨ ك.وات

الإجماليات:

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦أ)	(٦ب)	= ٨٥,٢١ ك.وات
٩,٩ +	+٣٣,٦٦	+١٠,٧٥	+٧	+٣,٩	١٢	٨+	

ملاحظة:

إذا تم جمع جميع الأحمال جمعاً جبرياً نجدها ١٣٧,٧٢٢ ك.وات فيكون:

معامل التباين الإجمالى (diversity factor) = $\frac{٨٥,٢١}{١٣٧,٧٢٢}$ = ٦١,٨٧٪

مثال (٥):

مبنى سكنى مساحته ٣٥٠ متر مربع فى منطقة متوسطة اقتصادية ويتكون من ستة طوابق؟

المطلوب:

حساب الحمل الأقصى لهذا المبنى

الحمل الأقصى على أساس إسكان متوسط: ٤ ك.ف.أ / ١٠٠ متر

الحمل الأقصى = $\frac{٣٥٠}{١٠٠}$ × ٦ دور × ٤ = ٨٤ ك.ف.أ

مثال (٦):

مبنى سكنى تجارى على مساحة ٦٠٠ م^٢ عبارة عن:

- دور بدروم جراج وخدمات
- عدد / ٢ دور (أرضى + ميزانين) تجارى
- عدد/١٦ دور متكرر بكل دور عدد/٥ شقة
- عدد/٣ مصعد كهربائى كل منهم ١٥ ك.وات
- محطة طلمبات مياه لرفع المياه إلى الخزان العلوى بها عدد/٣ طلمبة رفع مياه قدرة ١٧,٥ حصان وكفاءة ٨٨٪ أحدهما احتياطية.
- محطة طلمبة كسح مياه من البدروم بها عدد/ ٢ طلمبة قدرة ٦,٥ حصان وكفاءة ٨٧٪ أحدهما احتياطية

المطلوب: حساب سعة المحول (المحولات) اللازمة لتغذية المبنى:

الحل:

يرجع إلى الجدول (٣-٤)

- طلب الحمل لكل ١٠٠م^٢ سكنى ٨ – ١٠ ك.ف.أ
- طلب الحمل لكل ١٠٠م^٢ تجارى ١٢ ك.ف.أ

(١) البدروم بمساحة ٦٠٠ م^٢ × $\frac{\text{٢ ك.ف.أ}}{\text{١٠٠ م}^٢}$ = ١٢ ك.ف.أ

(٢) التجارى عدد/٢ دور × ٦٠٠ م^٢ = ١٢٠٠ م^٢

١٢٠٠ × $\frac{١٢}{١٠٠}$ = ١٤٤ ك.ف.أ

(٣) السكنى عدد/١٦ دور × ٦٠٠ م٢ = ٩٦٠٠ م٢

$$٩٦٠٠ \times \frac{\text{١٠ ك.ف.أ}}{\text{١٠٠ م}^{٢}} = \text{٩٦٠ ك.ف.أ}$$

(٤) المداخل+السلالم+غرف السطح (يمكن أخذها جميعاً مثل البدروم)=١٢ك.ف.أ

وبذلك يكون إجمالى أحمال الإنارة: ١٤٤ + ١٢ + ٩٦٠ + ١٢ = ١١٢٨ ك.ف.أ

(٥)أحمال القوى:

* ٣ مصعد: $\frac{\text{٣ × ١٥ ك.وات}}{\text{٠,٨٥ (معامل القدرة)}}$ = ٥٣ ك.ف.أ

* ٢ طلمبة مياه: $\frac{\text{٢×١٧,٥×٠,٧٤٦}}{\text{٠,٨٥(معامل القدرة)×٠,٨٨(الكفاءة)}}$ = ٣٥ ك.ف.أ

* ١ طلمبة كسح مياه: $\frac{\text{٦,٥ حصان × ٠,٧٤٦}}{\text{٠,٨٥(معامل القدرة)×٠,٨٧(كفاءة)}}$ = ٦,٦ ك.ف.أ

إجمالى أحمال القوى: ٥٣ + ٣٥ + ٦,٦ ≅ ٩٥ ك.ف.أ

* فإذا ما أضيفت أحمال الإنارة كاملة دون تطبيق معاملات تباين عليها إلى أحمال القوى تصبح القيمة الإجمالية للطلب=١١٢٨+٩٥=١٢٢٣ ك.ف.أ

سعة المحول على أساس أن التحميل ٨٠٪ من السعة = $\frac{\text{١٢٢٣}}{\text{٨٠٪}}$ = ١٥٢٨,٧٥

وتكون سعة المحول المناسبة هى ٢٠٠٠ ك.ف.أ

* أما إذا سمحت ظروف المكان وشركة توزيع الكهرباء ونسبة الإشغال بالمبنى بتطبيق معامل تباين فإن تطبيقه يتم فقط على أحمال الإنارة أما أحمال القوى فلا يطبق عليها معاملات تباين.

فإذا ما افترض معامل تباين قيمته ٦٨٪

يكون الحمل المطلوب = ١١٢٨ × ٦٨٪ + ٩٥ = ٨٦٢ ك.ف.أ

وتكون سعة المحول المناسب = $\frac{\text{٨٦٢}}{\text{٨٠٪}}$ = ١٠٧٧ ك.ف.أ

ويكون المحول المناسب بسعة ١٥٠٠ ك.ف.أ.

بعض الجداول الاسترشادية

جدول (٤-١١) معاملات الطلب للأحمال المختلفة طبقاً للكود البريطاني (BS.7671)

وصف المنشأة/المبنى	الإنارة	المخارج	السخانات	السخانات المركزية	معدات المطبخ	الثلاجات	الأجهزة المنزلية	أجهزة الداتا والسيرفرات	المصاعد والسلالم	التكييف المركزى	التكييف غير المركزى	أجهزة العرض	الإنارة العامة والخارجية
المباني السكنية	٠,٦	٠,٢	٠,٥	١	٠,٧٥	٠,٧٥	٠,٧		٠,٥	١	٠,٨		
الفنادق والشقق المفروشة	٠,٧	٠,١	٠,٥	١	٠,٨	٠,٨		٠,٥	٠,٥	١			١
المكاتب	٠,٨	٠,١	٠,٣	١	٠,٥	٠,٤			٠,٧	١			
المكاتب الإدارية	٠,٨	٠,١	٠,٣	١	٠,٨	٠,٤		٠,٥	٠,٧	١			١
المحلات التجارية والمطاعم	٠,٩	٠,٣	٠,٦	١	٠,٥	٠,٦			٠,٧	١		٠,٢	
مراكز التسوق	٠,٩	٠,٢	٠,٣	١	٠,٨	٠,٦		٠,٥	٠,٧	١		٠,٢	١
المدارس	٠,٩	٠,١	٠,٣	١	٠,٨	٠,٦				١		٠,٤	
الجامعات	٠,٨	٠,١	٠,٣	١	٠,٨	٠,٤		٠,٥	٠,٢	١		٠,٤	
المستشفيات	٠,٧	٠,١	٠,٧	١	٠,٨	٠,٨		٠,٥	٠,٥	١			
دور العبادة والقاعات وصالات المناسبات	٠,٩	٠,١	٠,٣	١	٠,٨	٠,٦		٠,٥	٠,٥	١		٠,٤	١

القيم المذكورة بالجدول استرشادية ويجب على المصمم اختيار القيم المناسبة طبقاً لمتطلبات المشروع والأحمال وتوجهات الهيئة المسئولة عن توصيل الكهرباء للمشروع

جدول (٤-١٢) كثافة الحمل ومعاملات الطلب طبقاً لدليل شركه سيمنس الالمانية

الوصف / المسمى	متوسط الحمل	معامل الطلب	الوصف / المسمى	متوسط الحمل	معامل الطلب
	وات / م٢			وات / م٢	
صالة / غرفة معيشة	٥ – ١٥	٠,٣	مناطق المخازن	٥ – ١٥	٠,٣
السلالم	٥ – ١٥	٠,٣	المطابخ	٢٠٠ – ٤٠٠	٠,٧
غرف المعدات / المخازن	٥ – ١٥	٠,٣	بنوك	٤٠ – ٧٠	٠,٦
الردهة / البلكونه	١٠ – ٣٠	١	مكتبات	٢٠ – ٤٠	٠,٦
الممرات / الطرقه	١٠ – ٢٠	١	مكاتب إدارية	٣٠ – ٥٠	٠,٦
غرف الاستجمام / المطابخ الصغيرة	٢٠ – ٥٠	٠,٣	مركز تسوق	٣٠ – ٦٠	٠,٦
دورات المياه	٥ – ١٥	١	فندق	٣٠ – ٦٠	٠,٦
مجمع إدارى	٦٠ – ٨٠	٠,٨	مولات	٣٠ – ٦٠	٠,٨
مكاتب إدارية صغيرة	٢٠ – ٤٠	٠,٨	مستشفى (٤٠-١٢٠) سرير	٥٠ – ٢٥٠	٠,٦
المكتبات	٨٠ – ١٢٠	٠,٨	مستشفى (٢٠٠-١٠٠٠) سرير	٢٠ – ١٢٠	٠,٦
محلات بيع الزهور	٨٠ – ١٢٠	٠,٨	مستودعات	٢ – ٢٠	٠,٦
المخابز والمجازر	٢٥٠ – ٣٥٠	٠,٨	ثلاجات التخزين	٥٠٠ – ١,٥٠٠	٠,٦
محلات الخضروات والفواكه	٨٠ – ١٢٠	٠,٨	مجمع سكنى	١٠ – ٣٠	٠,٤
محلات العصائر والمثلجات	١٥٠ – ٢٥٠	٠,٨	متاحف	٦٠ – ٨٠	٠,٦
مطاعم الوجبات الخفيفة	١٨٠ – ٢٢٠	٠,٨	مواقف سيارات	٣ – ١٠	٠,٦
مطاعم	١٨٠ – ٤٠٠	٠,٨	غرف المعلومات والسيرفرات	١٢٥ – ٢,٠٠٠	٠,٤ – ٠,٩
صالونات الحلاقة	٢٢٠ – ٢٨٠	٠,٨	مدارس	١٠ – ٣٠	٠,٦
مغاسل / الدراي كلين	٧٠٠ – ٩٥٠	٠,٧	صالات رياضية	١٥ – ٣٠	٠,٦
دار المسنين	١٥ – ٣٠	٠,٦			

١) القيم المذكورة بالجداول فقط للاسترشاد

جدول (٤-١٢) معاملات الطلب طبقاً لدليل شركه سيمنس الالمانية

الوصف /المسمى	معامل الطلب
سلم متحرك	٠,٥
مصعد	٠,٣
محطة الصرف الصحي	٠,٥
أنظمة إطفاء الحريق	٠,١
أنظمة التدفئة	٠,٨
أنظمة التكييف	٠,٨
أنظمة الماء المثلج	٠,٧
أنظمة التبريد	٠,٧

١) القيم المذكورة بالجداول فقط للاسترشاد

جدول (٤-١٣) استرشادى لمعدلات الأحمال طبقاً لشركة توزيع القاهرة (لايوجد مصدر رسمي للبيانات)

النشاط	الحمل النوعى ك.ف.أ/١٠٠م٢	النشاط	الحمل النوعى ك.ف.أ/١٠٠م٢
١-الإسكان		**٥-الخدمات**	
اقتصادى	٢	محلات تجارية	٢
بدروم	٢	مكاتب إدارية	٩
شعبى	٢	بنوك	٩
المتوسط	٤	سكنى - تجارى	٦
فوق المتوسط	٤	سكنى - إدارى	٦
متميز	٥	مطعم	٩
فيلات	٨	مستشفى (للغرفة)	٦
		مستشفى عام	٥
٢-التجارى		مركز عام	٦
مناطق شعبية	٨	وحدة صحية	٣
مناطق متوسطة	١٠	مركز اجتماعى ثقافي	٤
مناطق راقية	١٩	مركز ترفيهى	٦
		مدرسة ابتدائى	٢
٣-السياحة		مدرسة اعدادى	٢
فندق (٣ - نجوم) (للغرفة)	٤	مدرسة ثانوى	٢
فندق (٤ - نجوم) (للغرفة)	٦	حضانة	٣
فندق (٥ - نجوم) (للغرفة)	٨	مسجد	٢
فندق	١٠	مخبز الى	٦
ترفيهى	٦	مخبز نصف الى	٥
		خدمات عامة	٤
٤-الأغراض الصناعية		سوق مكشوف	٢
الورش	١	مستودع	٣
الصناعات خفيفة	٦	نادى رياضى (مبانى)	٣
الصناعات المتوسطة	٨		
الصناعات الثقيلة	١٠		
الصناعات الضخمة	١٢		

الفصل الخامس

الأحمال الكهربائية لأنظمة التبريد والتكييف

أحمال أجهزة التبريد والتكييف

تمثل أحمال أجهزة التبريد والتكييف والتدفئة النسبة الأكبر من الأحمال السكنية والتجارية وخاصة في المناطق ذات الطبيعة الصحراوية حيث ترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف إلى أعلى المعدلات.

تتنوع أجهزة التبريد والتكييف إلى وحدات تبريد هواء منفصلة أومجموعة تكييف مركزي سواء كان تبريد هواء أو تبريد ماء أو الاثنين معاً ،

حمل التبريد

يعرف حمل االتبريد بأنه معدل الحمل الحراري اللازم سحبة من الحيز أو المكان المراد تبريده للحفاظ على درجة الحرارة ونسبة الرطوبه مناسبة داخل الحيز ، يعتمد حساب أحمال التبريد على عدة عوامل مختلفة منها ما يعتمد على المكان المارد تكييف ومنها مايتعلق بالاجهزة والمعدات الموجودة ومنها مايتعلق بالأشخاص لذا تعتبر الحسابات الخاصة بتحديد سعة التكييف المركبة .

يجب الأخذ في الأعتبار خلال الحسابات مجموعة من العوامل أهمها :

١- طبيعة المناخ	٧- وحدات الإضاءة وأنوعها
٢- الإرتفاع عن سطح البحر	٨- المعدات والأجهزة الموجودة
٣- الموقع الجغرافي	٩- درجة الحرارة التصميمية للمكان المراد تبريده
٤- نوعية البناء واستخداماته	١٠- عدد النوافذ والأبواب
٥- عدد الأشخاص الموجودين داخل الحيز	١١- معدل تسرب الهواء إلى الداخل والخارج
٦- نوعية العزل للجدران والأسطح والأرضيات	١٢- نظام التهوية

تقاس القدرة التبريدية بوحدات الطن أو وحدة الحرارة البريطانية أو الكيلو وات

طن التبريد (T.R)

يعرف بأنه القدرة التبريدية لذوبان وزن مقدارة طن أمريكي من الثلج (٢٠٠٠ رطل أو ٩٠٧ كيلوجرام) في مدة زمنية مقدارها ٢٤ ساعة

الوحدة الحرارية البريطانية (British Thermal Unit)

ويرمز لها بـ"و .ح .ب BTU"

تعرف بأنها مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة (١) رطل (٤٥٣جرام) من الماء درجة واحدة فهرنهايت، وهو ما يعني أننا إذا رفعنا درجة حرارة ٤٥٣ جرام من الماء درجة واحدة علي مقياس الفهرنهايت فإننا نكون قد بذلنا شغلا مقداره وحدة حرارية بريطانية.

طن تبريد (T.R) يعادل (١٢٠٠٠) وحدة حرارية بريطانية (BTU)

طن تبريد (T.R) يعادل (٣,٥١٦) كيلو وات (K.W)

يعتمد وحدات تكييف الهواء ، على المكونات التي تشمل الضاغط (Compressor) والمبخر (Evaporator) والمراوح (Fans) وصمام التمدد (Expansion Valve)،التي تقوم بسحب الهواء من الداخل إلى الخارج أوالعكس طبقاً للعملية كانت تبريد أوتسخين أي يقوم بتحويل الحرارة وليس الكهرباء تستهلك الكهرباء في تشغيل مكونات وحدة التكييف من ضواغط ومراوح ومضخات حرارية الخ

الطاقة الكهربائية المستهلكة تعتمد على كفاءة التحويل

كفاءة تحويل الطاقة

عندما يتم تحويل الطاقة من شكل لآخر لسبب ما فإن الطاقة الناتجة بعد التحويل لن تكون مساوية للطاقة المتوفرة قبل التحويل، والنسبة بين الطاقة بعد وقبل التحويل تدعي الكفاءة. وتختلف قيمة الكفاءة بحسب طريقة تحويلها.

يعتمد استهلاك الطاقة الكهربائية لوحدات التكييف على حجم ومعاملات الكفاءة لوحدات التبريد و التكييف وهذه المعاملات هي

١- معامل الأداء (Coefficient of Performance)

يعرف معامل الأداء بأنه النسبة بين الطاقة الحرارية المسحوبة بواسطة وحدة التكييف من الحيز المراد تبريده إلى الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل وحدة التكييف لأداء تلك العملية ويكون دائماً وهو شبيه بكفاءة الالات ولكنه أكبر من الواحد

$$COP = \frac{\text{Thermal Power}}{\text{Electrical Power}}$$

يعتبر معامل الأداء مقياس لكفاءة وحدة التبريد حيث أن مبدأ عمل وحدة التكييف مبنى على أساس نقل الحرارة من مكان إلى أخر علي سبيل المثال في حالة التبريد تقوم وحدة التكييف بنقل الحرارة من المكان المراد تبريده إلى خارج المبنى إذا كانت الحراة الخارجية قريبة من الحرارة الداخلية فإن معامل الأداء (COP) يكون أكبر مايمكن .

٥

مثال

وحدة تكييف مركزي تستهلك ٤٠٠٠ وات لإنتاج ٢٠٠٠ و.ح.ب/ساعة احسب معامل الأداء (cop)

لحساب معامل الأداء يجب تحويل الوات إلى و.ح.ب/ساعة وذلك بالضرب × ٣,٤١٣

$$COP = \frac{4200\ Btu/hr}{4000 \times 3.413\ Btu/hr} = 3.08$$

٢- معامل كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Ratio, EER)

يعرف بأنه النسبة بين سعة التبريد الكلية لوحدة التكييف بوحدات الحرارة البريطانية (BTU) إلى معدل الطاقة الكهربائية المسحوبة لاداء تلك العملية بالكيلووات ساعة وذلك تحت ظروف تشغيل و درجة حرارة معينة تحدد على أساس مناخ المنطقة

$$EER = \frac{\text{Output Cooling Energy in Btu}}{\text{Input Electrical Energy in W.H}}$$

على سبيل المثال في بعض البلدان يتم حساب معامل كفاءة الطاقة (EER) عند درجة حرارة كماهو موضح بالجدول (٥-١) التالى

الوصف	جاف	رطب	درجة التكثف
درجة الحرارة الخارجية	٣٥ درجة مئوية	٢٤ درجة مئوية	١٩ درجة مئوية
درجة الحرارة الداخلية	٢٧ درجة مئوية	١٩ درجة مئوية	١٦ درجة مئوية

مثال

وحدة تكييف منزلي نوعية شباك تستهلك ١٥٠٠ (وات.ساعة) لإنتاج ١٢٠٠٠ (و.ح.ب) احسب معامل كفاءة الطاقة (EER)

$$EER = \frac{12000\ Btu}{1500\ W.H} \qquad EER = 8$$

العلاقة بين معامل الأداء (COP) ومعامل كفاءة الطاقة (EER)

هم الي حد كبير متشابهين ولكن الاختلاف في وحدات القياس لإيجاد العلاقة بين معامل الأداء (COP) ومعامل كفاءة الطاقة (EER) يجب تحويل وحدات القياس إلى وحدات موحدة للتحويل ولتكن الجول (Joule)

يمكن الاستعانة بالجدول (٥-٢) التالي لتحويل الوحدات

الوحدة		الوحدة		
		جول	كيلووات ساعة	وح ب
جول	المعامل	١	$٠,٢٨٧ \times ١٠^{-٧}$	$٩٤٨,٤ \times ١٠^{-٦}$
كيلووات ساعة		$٣,٦ \times ١٠^{٦}$	١	٣٤١٣
وح ب		١٠٥٥	٢٩٣×١٠^{-٤}	١

$$COP = \frac{Output\ Energy}{Input\ Energy}$$

$$COP = \frac{1055\ J/Btu}{3600\ J/WH} \times EER\ (Btu/WH)$$

$$COP = 0.2931 \times EER$$

معامل كفاءة الطاقة الموسمي (SEER)

يتم تعريفه على أنه نسبة طاقة التبريد أو التسخين التي ينتجها مكيف الهواء في الموسم الواحد إلى الطاقة المستهلكة خلال نفس الفترة. وتعمل تلك المعاملات الموسمية على تقييم فعالية مكيف هواء معين بشكل أكثر واقعية

وهو مطابق لتعريف معامل كفاءة الطاقة (EER) ولكن يختلف عنه بأنه يتم حسابه خلال موسم كامل أو عند متوسط درجة الحرارة خلال فترة أو مدة زمنية معينة ويعتبر أدق في الحسابات من معامل كفاءة الطاقة (EER)

$$SEER = \frac{\text{Output Cooling Energy in Btu over Season}}{\text{Input Electrical Energy in W.H during same season}}$$

مثال

وحدة تكييف بقدرة ٥ طن تبريد تعمل بمتوسط ٨ ساعات يومياً خلال موسم الصيف إذا كان مدة فصل الصيف حوالى ١٨٠ يوماً مع العلم بأن وحدة التكييف تعمل بمتوسط تحميل ٧٠ % من الحمل الكامل احسب القدرة الكهربائية المستهلكة خلال تلك الفترة إذا كان معامل كفاءة الطاقة الموسمى (SEER) ١٣ أو ١٤

الفترة الزمنية للاستهلاك خلال الموسم (ساعات) = متوسط ساعات العمل (٨ساعات) × عدد الأيام فصل الصيف (١٨٠يوم) = ١٤٤٠ ساعة

قدرة التبريد للوحدة (Btu) = قدرة التبريد (٥ طن) × متوسط التحميل (٧٠%) × ١٢٠٠٠(Btu) = ٤٢٠٠٠(Btu)

قدرة التبريد للوحدة خلال الموسم (Btu) = قدرة التبريد للوحدة (Btu) × الفترة الزمنية للاستهلاك خلال الموسم (ساعات)

قدرة التبريد للوحدة خلال الموسم (Btu) = ٤٢٠٠٠(Btu) × ١٤٤٠ (ساعة)

قدرة التبريد للوحدة خلال الموسم (Btu) = ٦٠,٤٨ × ١٠^{٦}

الطاقة المستهلكة (كيلو وات . ساعة)

إذا كان معامل كفاءة الطاقة الموسمى (SEER) = ١٣

$$13 = \frac{60.48 \times 10^{6}}{\text{Electrical Energy in (W.H)}}$$

الطاقة المستهلكة (كيلو وات . ساعة) = ٤,٦٥ ميجاوات . ساعة

إذا كان معامل كفاءة الطاقة الموسمى (SEER) = ١٤

$$14 = \frac{60.48 \times 10^{6}}{\text{Electrical Energy in (W.H)}}$$

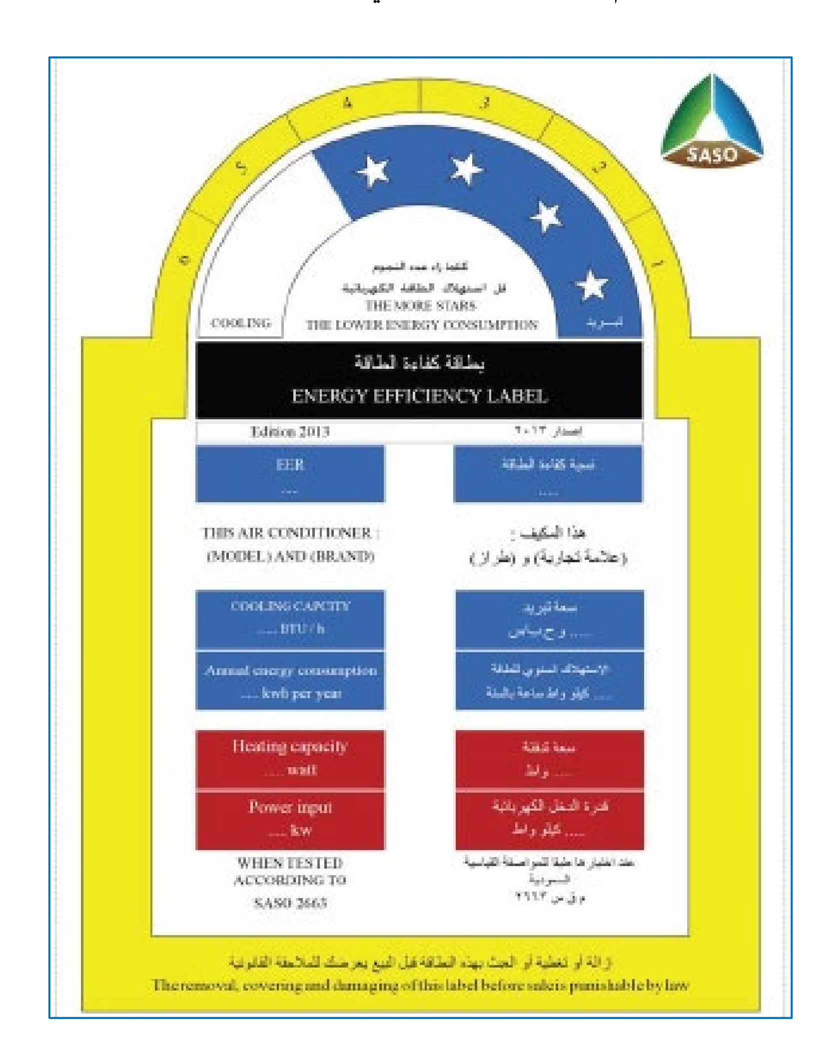
الطاقة المستهلكة (كيلو وات . ساعة) = ٤,٣٢ ميجاوات . ساعة

من خلال المثال السابق يتبين انه كلما زاد معامل كفاءة الطاقة كلما قلت التكلفة لذا

كفاءة الطاقة

٥

اتجهت كثير من الدول على تطبيق مايعرف بمعاير كفاءة الطاقة والتي أصبحت الزامية في بعض الدول لمصنعى ومستوردي وحدات التكييف والتدفئة وجميع الأجهزة الكهربائية ومصابيح الإنارة كماهو موضح بالشكل المقابل بطاقة كفاءة الطاقة لوحدة تكييف طبقاً لمتطلبات ومواصفات المركز السعودي لكفاءة الطاقة والذي يوضح معامل كفاءة الطاقة طبقاً لعدد النجوم الموجوده بالبطاقة والتي تكون ملصقه على وحدة التكييف



عدد النجوم	معامل كفاءة الطاقة (EER)
٦	EER > 10
٥	9.5 < EER ≤ 10
٤	9 < EER ≤ 9.5
٣	8.5 < EER ≤ 9

جدول (٥-٣) يوضح عدد النجوم المكافئ لكفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية لمكيفات الهواء

نوع وحدة التكييف	سعة التبريد (BTU/hr)	كفاءة الطاقة EER	
		ظروف اختبار	**ظروف اختبار**
		T1 (35°C)	**T3(46°C)**
شباك	سعة التبريد < ١٨٠٠٠	٩,٨	٧,٠٦
	٢٤,٠٠٠ > سعة التبريد ≥ ١٨,٠٠٠	٩,٧	٦,٩٨
	سعة التبريد > ٢٤٠٠٠	٨,٥	٦,١٢
المجزأ (اسبليت) والأنواع الأخرى	كافة سعات التبريد	١١,٥	٨,٢٨

جدول (٥-٤) يوضح معامل كفاءة الطاقة المكافئ طبقاً لدرجة الحرارة

يمكن تقدير حمل التكييف مبدئياً طبقاً للمساحة من خلال المعادلة التالية

تستخدم هذه المعادلة في نطاق محدود وفي حالة المشاريع الكبري يتم استعمال الحسابات التفصيلية

$$\text{الحمل (طن تبريد)} = \frac{\text{مساحة الغرفة (م٢)}}{\text{معامل التبريد (١٢ – ١٨)}}$$

معامل التبريد المذكور يتغير بتغير العوامل المؤثرة علي الغرفه فكلما كانت الغرفه اكثر عرضه لمسببات ارتفاع الحراره قل المعامل

مثال

غرفة طولها ٥ متر وعرضها ٤,٥ متر احسب حمل التبريد ثم احسب الحمل الكهربي اذا كان معامل كفاءة الطاقة (EER) يساوي ٨,٥

$$\text{الحمل (طن تبريد)} = \frac{٤,٥ \times ٥,٠}{١٥} = ١,٥$$

في حالة اختياروحدة تكييف قدرة ١,٥ طن تبريد

$$\text{القدرة الكهربائية للوحدة (بالكيلووات)} = \frac{١,٥ \times ١٢٠٠٠ (Btu)}{٨,٥ \times ١٠٠٠} = ٢,١٢$$

جدول (٥-٥) الأحمال التقديرية لوحدات التكييف طبقاً للمساحة (م٢) طبقاً للمركز السعودى لكفاءة الطاقة

مساحة الغرفة (متر مربع)		سعة التبريد (و.ح.ب/ساعة)		
من	إلى	غرفة معزولة	غرفة معزولة جزئيا	غرفة غير معزولة
٩	١١	٧٠٠٠	١٢٠٠٠	١٥٠٠٠
١١	٢١	٨٠٠٠	١٨٠٠٠	٢٠٠٠٠
٢١	٢٨	٩٠٠٠	٢٣٠٠٠	٢٥٠٠٠
٢٨	٤٢	١٢٠٠٠	٣١٠٠٠	٣٦٠٠٠
٤٢	٥٣	١٤٠٠٠	٣٧٠٠٠	٤٣٠٠٠
٥٣	٦٠	١٦٠٠٠	٤١٠٠٠	٤٦٠٠٠
٦٠	٧١	١٧٠٠٠	٤٦٠٠٠	٥٢٠٠٠
٧١	٨٤	٢٤٠٠٠	٥٥٠٠٠	٦٧٠٠٠
٨٤	٩٢	٢٥٠٠٠	٦٠٠٠٠	٧١٠٠٠
٩٢	١٠٠	٣٢٠٠٠	٦٨٠٠٠	٨٤٠٠٠

يضاف للحسابات المذكورة بالجدول التالى

إذا زاد عدد الأشخاص الشاغلين للغرفة عن اثنين تزداد سعة التبريد بمقدار ٢٣٠ (و.ح.ب/ساعة) لكل شخص

إذا كانت وحدة التكييف للمطبخ تزداد سعة التبريد بمقدار ٤٠٠٠ (و.ح.ب/ساعة)

جدول (٥-٦) الأحمال التقديرية لوحدات التكييف نوعية اسبيليت طبقاً للكود المصرى

سعة الوحدة			متوسط المساحة المغطاة (م٢)		الحمل الكهربي (كيلووات)		معامل كفاءة الطاقة (EER)	معامل الاداء (COP)
و.ح.ب/ ساعة	طن تبريد	كيلووات	من	إلى	تبريد فقط	تبريد وتدفئة		
١٢٠٠٠	١	٣,٥٢	١٠	١٢	١,٥٤	١,٥	٧,٨	٢,٣
١٨٠٠٠	١,٥	٥,٢٨	١٥	١٨	١,٩٣	١,٦	٩,٣	٢,٧
٢٤٠٠٠	٢	٧,٠٣	٢٠	٢٥	٢,٦٧	٢,٦٧	٩,٠	٢,٦
٣٦٠٠٠	٣	١٠,٥٥	٢٥	٣٠	٣,٧٤	٤,٢	٩,٦	٢,٨
٤٢٠٠٠	٣,٥	١٢,٣١	٣٥	٤٠	٣,٥	٤,٥	١٢,٠	٣,٥
٤٨٠٠٠	٤	١٤,٠٧	٤٠	٥٠	٦,٢٥	٧	٧,٧	٢,٣

البيانات المذكورة بالجدول السابق تتغير بمرور الوقت طبقاً لتطور التكنولوجيا وطرق التحكم في وحدات التكييف وسبل توفير الطاقة .

جدول (٥-٧) الأحمال التقديرية لوحدات التكييف نوعية شباك طبقاً للكود المصرى

سعة الوحدة			متوسط المساحة المغطاة (م٢)		الحمل الكهربي (كيلووات)		معامل كفاءة الطاقة (EER)	معامل الاداء (COP)
و.ح.ب/ ساعة	طن تبريد	كيلووات	من	إلى	تبريد فقط	تبريد وتدفئة		
١٢٠٠٠	١	٣,٥٢	١٠	١٢	١,٥	٢,٢	٨,٠	٢,٣
١٨٠٠٠	١,٥	٥,٢٨	١٥	١٨	٢,٣	٣,٧	٧,٨	٢,٣
٢٤٠٠٠	٢	٧,٠٣	٢٠	٢٥	٣,٣	٤,٣	٧,٣	٢,١
٣٦٠٠٠	٣	١٠,٥٥	٢٥	٣٠	٤	٥	٩,٠	٢,٦

البيانات المذكورة بالجدول السابق تتغير بمرور الوقت طبقاً لتطور التكنولوجيا وطرق التحكم في وحدات التكييف وسبل توفير الطاقة .

الحيز أو المكان	كمية التبريد (و.ح.ب/ م٢)	الحيز أو المكان	كمية التبريد (و.ح.ب/ م٢)
المباني السكنية	٢٠٠-٣٠٠	**المباني التجاريه والإدارية**	
		المكاتب الإدارية	٢٥٠-٥٥٠
الشقق المفروشة	٢٥٠-٤٠٠	البنوك	٣٥٠-٧٥٠
		المحلات التجارية الصغيرة	٢٥٠-٦٠٠
الفنادق		المحلات التجارية والصيدليات	٣٥٠-١٢٠٠
الصالات والاستقبال	٣٠٠-٧٠٠	السوبرماركت	٣٠٠-٨٠٠
الأماكن العامة	٣٠٠-٧٠٠	المولات والمراكز التجارية	٣٠٠-٨٠٠
الغرف	٢٠٠-٤٠٠	المطاعم	٤٠٠-١٥٠٠
		الأندية والمقاهي	٤٠٠-١٥٠٠
المدارس والجامعات			
الفصول الدراسية	٣٥٠-٨٠٠	**المباني الحكومية**	٣٠٠-٦٠٠
المطعم	٤٠٠-١٦٠٠		
المكتبة	٣٠٠-٧٥٠	**غرف الكمبيوتر والسيرفرات**	٨٠٠-٢٤٠٠
إسكان الطلاب	٢٠٠-٤٠٠		
		المسارح والصالات ومراكز الاجتماعات	٦٠٠-٨٥٠
المتاحف	٣٠٠-٧٥٠		
		دور العبادة	٥٠٠-٧٥٠
المستشفيات			
غرف المرضى	٣٠٠-٦٠٠		
المعامل	٤٠٠-١٢٠٠		
العيادات	٣٠٠-٦٠٠		
عيادات الاسنان	٣٠٠-٦٠٠		

جدول (٥-٨) يوضح قيم كمية التبريد (و.ح.ب/ م٢) لكل متر مربع

الفصل السادس

حساب الأحمال الكهربية للمصاعد

المصاعد والسلالم المتحركة والسيور الناقلة

١. **السلالم المتحركة** : وتتواجد خاصة في المباني التجارية وأماكن الخدمات العامة حيث تعطى منظراً جمالياً ولكنها تشغل حيزاً كبيراً من المساحة وتكلفتها الاقتصادية عالية جداً وتركب في مكان مرئى وخاصة عن المداخل والمخارج الرئيسية وتركب بميل حوالى ٣٠ درجة ويبلغ عمق الدرج حوالى ٤٠ سم والسرعة تتراوح بين ٠,٥ – ٥,٢ م/ث ولها القدرة على نقل عدد كبير من الأشخاص.

٢. **السيور المتحركة**: مثل السلالم المتحركة ولكن تتميز بأنها يمكن نقل الأشخاص وكذلك الكراسى المتحركة والأغراض الأخرى ولكن من عيوبها أنها تكون طويلة جداً وذلك لتجنب الميل الشديد وبالتالى تشغل حيزاً كبيراً من المساحة .

٣. **المصاعد**: تعتبر هي الوسيلة الأكثر استحداماً لأنها أقل تكلفة وأيضاً تشغل حيز أقل من السلالم والسيور المتحركة كماتتميز بأنها أسرع من السلالم ويمكنها نقل الأشخاص من أدنى طابق (البدروم ومواقف السيارات) .

يعتمد اختيار المصعد على عدة عوامل من أهمها:

١- الموقع العام للمبنى .
٢- الارتفاع الكلى للمبنى أو المنشأه .
٣- عدد الأدوار المستخدمة في المصعد .
٤- المسافة بين الأدوار وبعضها .
٥- نوعية و كثافة الاستخدام في كل دور.
٦- نوعية استخدام المبنى ..(أغراض عامة- سكني – مستشفيات – تجاري- أداري- فنادق)
٧- كثافة المستخدمين في ساعات الذروة.

يجب أن يؤخذ في الاعتبار بعض الاشتراطات في تصميم المصاعد:

١- أماكن الدخول والخروج في المبنى .
٢- الأحمال المطلوبة لكل مصعد.
٣- عدد المصاعد المطلوبة للمبنى.
٤- سرعة المصعد المطلوبة وتختلف من مصعد لأخر حسب نوع المبنى وارتفاعه
٥- المقاس المطلوب لكل كابينة مصعد .

تصنف المصاعد من حيث الاستخدام الى

١) مصاعد الاغراض العامة والتجارية
٢) مصاعد الابنية السكنية
٣) مصاعد المستشفيات وتستخدم لنقل أسرة المرضى
٤) مصاعد الهيئات الرسمية والدوائر الحكومية
٥) مصاعد المخازن
٦) مصاعد الخدمات
٧) السلالم الكهربائية والممرات والسيور النقالة

تعتمد جودة وكفاءة المصعد على عدة عوامل من أهمها

١- مدة الانتظار للمصعد
٢- تسارع المركبة مريح بحيث لا ينزعج الركاب اثناء الوقوف او الاقلاع
٣- يتم التحميل او التفريغ عند اي طابق بسرعة وسهولة
٤- أن تتم عملية الفتح والغلق للابواب بسرعة وأمان
٥- وجود الاشارات الضوئية في كل طابق وداخل المصعد بشكل واضح
٦- الوقوف الصحيح في مستوى الطابق
٧- سهولة التحكم في المصعد
٨- عدم وجود ضوضاء من أي من مكونات المصعد أثناء التشغيل
٩- أن تكون كفاءة جميع التجهيزات الميكانيكية والكهربائية عالية
١٠- توفر إضاءة مريحة وتهوية جيدة داخل المصعد في جميع ظروف التشغيل
١١- سهولة استدعاء المركبة من الطوابق
١٢- تصميم البئر ينسجم مع التصميم المعماري العام للبناء

تنقسم المصاعد طبقاً لنظام التشغيل إلى :

١- مصاعد الجر (Traction Elevators)

٢- مصاعد هيدروليكية (Hydraulic Elevators)

لحساب القدرة الكهربائية المطلوبة لمحرك المصعد يجب معرفة الاتى :

١. كفاءة المصعد وتشمل كفاءة كلاً من وحدة الجر و المحرك (الموتور الكهربي) الخاص بالمصعد وفي حالة عدم توافر معلومات عن الكفاءة يتم تقديرها بحوالي ٨٥ %

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{قدرة الخرج}}{\text{قدرة الداخل}} = \frac{\text{قدرة الخرج}}{\text{قدرة الخرج + المفاقيد}}$$

كلما زادت سرعة المصعد زادت كفاءة النظام

٢. ثقل الموازن وهو عبارة عن بلوكات مصبوبة من المعدن أو الخرسانة المسلحة مرتبة داخل اطار معدني

في الجهة المقابلة لكابينة المصعد وذلك لتقليل الطاقة المطلوبة للمصعد حيث تعمل المصاعد بنظرية الاتزان مما يتطلب وجود ثقل موازنه،

ويعادل ثقل الموازنة وزن كابينة المصعد مضاف إليه (٤٠% - ٦٠%) من وزن حمولة المصعد في أسوء الحالات عند أقصى حمل للمصعد تقدر بحوالي ٤٠% ولكن في الغالب لايسمح بتحميل المصعد أكثر من ٨٠ % من الحمولة المقررة لذا يتراوح معامل ثقل الموازنة من (٤٠% - ٦٠%) .

بالنسبة للمصاعد الهيدروليكية فإن معامل ثقل الموازنة يساوى (-١)

٣. سرعة المصعد صعوداً وهبوطاً وتعتمد على ارتفاع المبنى ونوعية المصعد

٤. الوزن المقدر لكل مصعد بمعلومية عدد الركاب لكل مصعد ويقدر الوزن للشخص الواحد بحوالي (٧٥-٨٠) كجم

ويمكن تقدير عدد الركاب بمعلومية نوع المبنى والمساحة (م٢) وذلك من خلال البيانات التقديرية بالجدول رقم ()

وكذلك النسبة من عدد السكان التي يمكن نقلها عن طريق المصعد من خلال البيانات التقديرية بالجدول رقم ()

عدد الركاب للمصعد (فرد) = مساحة المبنى (م٢)

$$\textbf{عدد الركاب (فرد)} = \frac{\textbf{مساحة المبنى (م٢)}}{\textbf{المساحة المقدرة (م٢ /الفرد)}} \times \textbf{النسبة من عدد السكان التي يمكن نقلها بالمصعد(\%)}$$

جدول رقم (٦-١) المساحة المقدرة بالمتر مربع لكل فرد

نوع المبنى	المساحة المقدرة (م٢ /الفرد)	
المكاتب الإدارية		
مكاتب صغيرة	١٠	١٢
مكاتب مركزية	١٤	٢٣
الفنادق للفرد الواحد	٢	
المستشفيات		
العيادات	٢,٥	٣
غرف المرضي لكل سرير	٣	٤
المباني السكنية لكل سرير	١,٥	٣

جدول رقم (٦-٢) النسبة من عدد السكان التي يمكن نقلها عن طريق المصعد خلال ٥ دقائق

وصف المبني	متوسط (%)	
المكاتب الإدارية		
وسط البلد	١٢	١٤
استثماريه	١١,٥	١٣
مكاتب رئيسية للشركات	١٤	١٦
المباني السكنية		
إسكان فاخر	٥	٧
إسكان عادى	٦	٨
مجمع سكني	١٠	١١
الفنادق		
فنادق فاخرة	١٢	١٥
فنادق عادية	١٠	١٢

٦

جدول رقم (٦-٣) يوضح سرعة المصعد طبقاً لإرتفاع المبنى وعدد الأشخاص

نوع المبنى	عدد الأشخاص	سعة المصعد كجم	الإرتفاع متر	سرعة المصعد متر/ثانية
المكاتب الإدارية	١٦	١٢٥٠	٠–٤٠	٢
	١٦	١٢٥٠	٤١–٧٠	٢,٥
	١٦	١٢٥٠	٧١–٨٥	٣,١٥
	٢١	١٦٠٠	٨٦–١١٥	٤
			١١٥<	٥
الفنادق	١٦	١٢٥٠		
	١٦	١٢٥٠		
المستشفيات			٠–٢٠	٠,٦٣
	٢١	١٦٠٠	٢١–٣٠	١
	٢٦	٢٠٠٠	٣١–٤٠	١,٦
			٤١–٥٥	٢
			٥٦–٧٥	٣,١٥
			٧٥<	٤

تابع جدول رقم (٦-٣) يوضح سرعة المصعد طبقاً لإرتفاع المبنى وعدد الأشخاص

نوع المبنى	عدد الأشخاص	سعة المصعد كجم	الإرتفاع متر	سرعة المصعد متر/ثانية
المباني السكنية			٠–٢٥	٠,٦٣
	١٣	١٠٠٠	٢٦–٤٠	١
	١٦	١٢٥٠	٤١–٦٠	١,٦
			٦٠<	٢
المباني التجارية	٢١	١٦٠٠	٠–٣٠	١
	٢٦	٢٠٠٠	٣١–٤٥	١,٦
	٣٢	٢٥٠٠	٤٦–٦٠	٢
			٦٠<	٢,٥

تحسب قدرة المحرك للمصعد من خلال المعادلة التالية

$$P\,(KW) = \frac{W \times V \times (1-CF)}{1000 \times \eta}$$

$$W\,(N) = M\,(Kg) \times a\,(m/s^2)$$

٦

جدول رقم (٦-٤)

Symbol	Description	الوصف
P	Power (KW)	القدرة الكهربائية (كيلووات)
W	Weight (N)	الوزن (نيوتن)
M	No of Passengers Mass (Kg)	وزن الأشخاص (كجم)
a	Gravity (9.81 (m/s^2))	عجلة الجاذبية الأرضية (م/ث٢)
V	Elevator Speed (m/s)	سرعة المصعد (م/ث)
CF	Counterweight Factor (%)	معامل ثقل الموازنة
η	System Efficiency (%)	كفاءة النظام

$$P(KW) = \frac{N \times 75 \times 9.81 \times V \times (1-CF)}{1000 \times \eta}$$

مثال (٦-١)

أحسب قدرة المحرك المطلوب لمصعد يستخدم لنقل ١٦ شخص و السرعة المقررة = ١,٥ م/ث والكفاءة الكلية للنظام ٧٠ % ومعامل ثقل الموازنة تقريباً ٤٠%

من معادلة القدرة المطلوبة للمصعد

$$P(KW) = \frac{16 \times 75 \times 9.81 \times 1.5 \times (1 - 0.4)}{1000 \times 0.7}$$

$$P(KW) = 15.15$$

قدرة المحرك المطلوب للمصعد (كيلووات) = ١٥,١٥ كيلووات مايعادل ٢٠ حصان

مثال (٦-٢)

احسب قدرة المحرك المطلوب لمصعد هيدروليكي سعته الكليه ٨ شخص و سرعته المقررة = ١,٠ م/ث والكفاءة الكلية للنظام ٨٠ %

$$P(KW) = \frac{8 \times 75 \times 9.81 \times 1.0 \times (1 - (-1))}{1000 \times 0.8}$$

$$P(KW) = 14.73$$

قدرة المحرك المطلوب للمصعد (كيلووات) = ١٤,٧٣كيلووات مايعادل ٢٠ حصان

مثال

احسب قدرة المحرك المطلوب لمصعد سعته الكليه ١٣ شخص و سرعته المقررة = ١,٢ م/ث والكفاءة الكلية للنظام ٧٥ % ومعامل ثقل الموازنة ٥٠%

$$P(KW) = \frac{13 \times 75 \times 9.81 \times 1.2 \times (1 - 0.5)}{1000 \times 0.75}$$

$$P(KW) = 7.66$$

قدرة المحرك المطلوب للمصعد (كيلووات) = ٧,٦٦كيلووات مايعادل ١٠ حصان

مثال (٦-٣)

٦

احسب قدرة المحرك المطلوب لمصعد سعته الكليه ٢٨ شخص و سرعته المقررة ١,٨ م/ث والكفاءة الكلية للنظام ٦٨ % ومعامل ثقل الموازنة ٤٠%

$$P\,(KW) = \frac{28 \text{ X } 75 \text{ X } 9.81 \text{ X } 1.8 \text{ X } (1 - 0.45)}{1000 \text{ X } 0.68} = 30$$

قدرة المحرك المطلوب للمصعد (كيلووات) = ٣٠ كيلووات مايعادل ٤٠ حصان

مثال (٦-٤)

مبنى إدارى متعدد ألاستخدمات مكون من ١٤ طابق مساحته ١١١٥م٢ وإرتفاع الطابق ٣,٧م

احسب عدد المصاعد المطلوبه

نسبة المستخدمين للمصعد	PHC = 13%

الفترة الزمنية للمصعد	I = 25 SEC

نسبة عدد الأشخاص طبقاً للمبنى	$11m^2$ / person

عدد الأشخاص الكلى للمبنى =	عدد الطوابق × المساحة (م٢) × نسبة عدد الأشخاص طبقاً للمبنى
عدد الأشخاص الكلى للمبنى =	١٤ × ١١١٥(م٢) × ١١ شخص
عدد الأشخاص الكلى للمبنى =	١٤٠٠ شخص

حساب القدرة الكهربائية للسلالم المتحركة

يعتمد تقدير حجم محرك السلالم المتحركة على عدد من العوامل

- الارتفاع الرأسي للسلم (طول السلم) .
- كفاءة السلالم المتحركة.
- كفاءة علبة التروس .
- سرعة السلم.
- زاوية ميل السلم علي الأفقى .
- عدد الركاب في كل خطوة.
- ارتفاع كل خطوة.
- قدرة سير اليد المتحرك (الدرابزين المتحرك)
- كفاءة النظام ويشمل كفاءة السلالم وكفاءة مكونات النظام المتحرك ومعدات التشغيل .

$$\text{عدد الدرجات للسلم الواحد} = \frac{\text{طول السلم (RE)}}{\text{طول الدرجة الواحدة (RS)}}$$

تحسب القدرة الكهربائية لمحرك للسلم من خلال المعادلة التالية

$$P(KW) = \frac{(m \times g \times n \times (\frac{RE}{RS}) \times \sin(\theta) \times v) + PH}{1000 \times \eta}$$

$$\eta = \eta_s \times \eta_g$$

٦

جدول (٦-٥)

Symbol	Description	الوصف
P	Power (KW)	القدرة الكهربائية (كيلووات)
M	Passenger Mass (Kg)	وزن الشخص الواحد (كجم)
g	Gravity (9.81 (m/s^2))	عجلة الجاذبية الأرضية (م/ث٢)
n	No of passengers per step	عدد الأشخاص لكل درج
(θ)[١]	Escalator inclination angle	زاوية ميل السلم على المستوى الأفقى
RE	Vertical Rise of The Escalator (m)	طول السلم الفعلى (م)
RS[٢]	Step Rise (m)	طول الدرج (م)
V[٣]	Escalator Speed (m/s)	سرعة السلم (م/ث)
PH	Handrails Moving Power (W)	القدرة المطلوبة لتحريك الدرابزين (وات)
η_s	Step band Efficiency (%)	كفاءة نظام الدرج (%)
η_g	Gearbox Efficiency (%)	كفاءة نظام النقل (%)
η	System Efficiency (%)	كفاءة النظام(%)

١- زاوية ميل السلم على المستوى الأفقى تتراوح بين ٣٠ °درجة و٣٥ °درجة
٢- طول الدرجة الواحدة حوالى ٠,٢ متر
٣- سرعة السلم تتراوح بين ٠,٥ و ٠,٦٥و٠,٧٥ (م/ث)

مثال (٦-٥)

احسب القدرة المطلوبة لسلم كهربائى طوله ٢٠ متر ويميل بزاوية مقدارها (٣٠°) درجة ويتحرك بسرعة خطية ٠,٧٥(م/ث) ، وعرض الدرج ١ متر (شخصين) وإرتفاع الدرج (٠,٢)متر، والكفاءة الكلية للسلم ٨٣% والقدرة اللازمة لتحريك الدرابزين تساوى ٤٠٠٠ وات

الحل

$$P\,(KW) = \frac{(75 \times 9.81 \times 2 \times (\frac{20}{0.2}) \times \sin(30) \times 0.75) + 4000}{1000 \times 0.83}$$

P (KW) = 71.3

في حالة إذا كانت السرعة المطلوبة أقل من سرعة المقننه للمحرك في حاله استخدام انفرترا ولتكون السرعة مناسبه لنظام نقل الحركة فإنه يجب تطبيق القانون التالي :

$$P(KW) = \frac{(m \times g \times n \times (\frac{RE}{RS}) \times \sin(\theta) \times v) + PH}{1000 \times \eta \times (\frac{na}{nr})}$$

Symbol	Description	الوصف
na	Actual Speed (rpm)	السرعة الفعلية (لفه/دقيقة)
nr	Rated Speed (rpm)	السرعة المقننة (لفه/دقيقة)

مثال (٦-٦)

احسب القدرة المطلوبة لسلم كهربائى طوله ١٢ متر ويميل بزاوية مقدارها (٣٠°) درجة ويتحرك بسرعة خطية ٠,٧٥(م/ث) ، وعرض الدرج ١ متر (شخصين)) وإرتفاع الدرج (٠,٢)متر، والكفاءة لنظام النقل ٩٥% و كفاءة نظام الدرج ٨٧% والقدرة اللازمة لتحريك الدرابزين تساوى ٤٠٠٠ وات والسرعة المطلزبة لدروران المحرك (٦٣٠ لفه/ دقيقة).

الحل

إذا كان التردد ٦٠ هرتز من خلال الجدول التالي

Shaft rotation speed - ns - (rpm)						
Frequency *f (Hz)*	Number of poles (*p*)					
	2	4	6	8	10	12
50	3000	1500	1000	750	600	500
60	3600	1800	1200	900	720	600

فإن السرعة المقننة تساوي ٧٢٠ (لفه/دقيقة)

القدرة المطلوبة تساوي

$$\mathbf{P\ (KW)} = \frac{(75 \times 9.81 \times 2 \times (\frac{12}{0.2}) \times \sin(30) \times 0.75) + 4000}{1000 \times 0.95 \times 0.87 \times (\frac{630}{720})} = 39.86$$

قدرة المحرك المطلوب تقريباً ٤٠ كيلووات

الفصل السابع

حساب الأحمال الكهربية للمضخات السكنية

٧

المضخات الهيدروليكية

من الات تحويل الطاقة ومبدأ عملها مبنى على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية من خلال إمداد السائل أو المائع بالطاقة أثناء مروره عبرها مما يؤدي إلى رفع ضغط السائل وزيادة سرعته وبالتالى جريان السائل من ضغط منخفض إلي ضغط مرتفع أومن مستوى معين إلى مستوى أخر أعلى منه .

تستخدم المضخات فى العديد من المجالات والاستعمالات علي سبيل المثال لا الحصر:

- شبكات المياه لنقل المياه من خلال نظام الأنابيب
- رفع المياه من الأبار
- شبكات الصرف الصحي لنقل مياه الصرف من أو نحو محطة المعالجة والضخ
- محطات معالجة وتدوير القمامة
- شبكات الري
- النوافيروحمامات السباحة
- الصناعات البتروكيميائية نقل وضخ المواد ذات اللزوجة العالية
- منصات البترول
- محطات التبريد والتكييف المركزية
- شبكات وأنظمة مكافحة الحريق
- أنظمة نقل الموائع والمواد السائلة تحت ضغط ومتطلبات تشغيل معينة



شكل (١) مجموعة من المضخات المركزية بمحطة مياه

٧

يتم تصنيف المضخات طبقاً لطريقة الإزاحة إلي :

- مضخات ديناميكية (Dynamic Pumps)
- مضخات الإزاحة الموجبة (Positive Displacement Pumps)

جدول رقم (٧-١) يوضح مقارنة بين النوعين

م	وجه المقارنة	المضخات الديناميكية DYNAMIC PUMPS	مضخات الإزاحة الموجبة POSITIVE DISPALCEMENT PUMPS
١	نظرية العمل	حركه الدوران لمروحة المضخة تولد طاقة حركة تنتقل هذه الطاقة إلى السائل فيزداد ضغط السائل وسرعته	في حالة تقليص حجم السائل المحصور داخل المضخة يزداد ضغطه
٢	دورة التشغيل	تعطي تصرف مستمر	خلال دورة التشغيل تعطي حجماً محدداً من السائل في فترة معينة ثم يتوقف خروج السائل لفترة أخرى
٣	السرعة	عالية	منخفضة
٤	التصرف	تعطي معدلات تصرف عالية عند ضغط منخفض	تعطي معدلات تصرف منخفضة عند ضغط عالي مما يمنحها افضلية في الاستخدام في عمليات حقن المواد الكيميائية
٥	الضغط	متوسط - منخفض	عالي
٦	الصيانة	اقتصادية	مكلفة جداً
٧	الحماية	لاتحتاج الي حمايات	تحتاج الي محابس لتخفيف الضغط
٨	اللزوجة	غير مناسبة مع السوائل ذات اللزوجة العالية وكذلك السوائل التي تحتوى علي الهواء أو الغازات	نطراً لسرعتها البطيئة فهي مناسبة مع السوائل ذات اللزوجة العالية وكذلك السوائل التي تحتوى علي الهواء أو غازات

العوامل المؤثرة في اختيارالمضخة

١. معدل التصرف
٢. الرافع المانومتري (Pump Head)
٣. سرعة الدوران
٤. معدل الضغط المطلوب
٥. كثافة المائع المنقول ولزوجته
٦. الكفاءة ومعدلات الأداء
٧. نوع المضخة عمودية او افقية
٨. الموثوقية (reliability) وهي قدرة المضخة علي أداء الوظائف المطلوبه دون تعطل
٩. توفر الصيانة وقطع الغيار
١٠. التكلفة للشراء والتشغيل والصيانة
١١. معدل الضوضاء
١٢. درجة الحرارة المطلوبة خلال ضخ السائل
١٣. نوع المادة المصنوع منها المضخة

المضخات الطاردة المركزية هى اكثر الأنواع استخداماً في المباني السكنية

- تسمي بالمضخات الطاردة المركزية لأن السائل يندفع من مدخل السحب الي مخرج الطرد بواسطة القوة الطاردة المركزية التي يبذلها عضو المضخة الدوار (Impeller)علي السائل.
- تستعمل في حالة المياه غير العميقة أو القريبة من السطح.

مبدا عمل المضخة

تعمل المضخة على المبدأ الأساسي الضغط الجوي

الضغط الجوي يساوي ١ كجم / سم٢ ويعادل ١٠ متر من عمود الماء على سم٢ الواحد

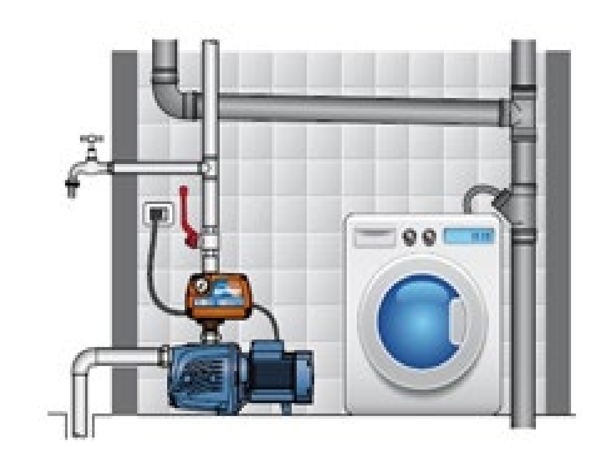
لذا الضغط الجوي هو الذي يؤدي إلى رفع الماء داخل أنبوب السحب بارتفاع لايزيد عن ١٠ متر و من الناحية العملية لا يرتفع الماء عن ٨ متر لفقدانه جزء من الطاقة بسبب الاحتكاك.

وتصنف المضخات المركزيه طبقاً للاستخدام إلي :

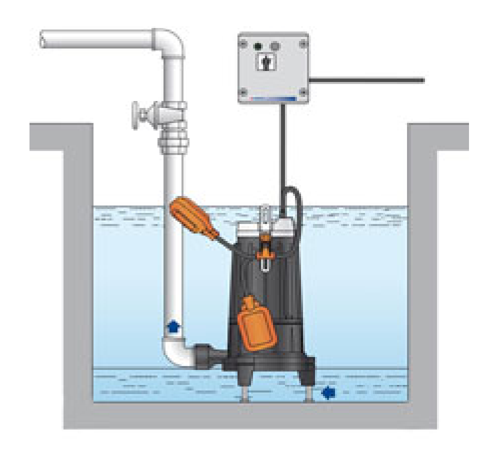
- مضخات الرفع (Transfer Pump) تعمل على نقل السائل من نقطة إلى أخري بتدفق عالي عند ضغط منخفض نسبياً
- مضخات التقويه (Booster Pump) تعمل علي رفع وتعويض هبوط الضغط الناتج عن الجاذبية او طول المسافة بين المصدر والمستهلك اوضعف الضغط من المصدر
- مضخات التدوير (Circulation Pump) تستخدم فى الأنظمة المغلقة لتحريك السائل وتغير درجة الحرارة وتستخدم فى أنظمة التبريد والتكييف والتدفئة

وتصنف المضخات المركزيه طبقاً لوضع التركيب وعمود الدوران إلي :

١. أفقية: تكون فيها المروح رأسية متصلة بعمود دوران أفقي
٢. رأسية: تكون المروحة فيها أفقية متصلة بعمود دوران رأسي



شكل (٢) مضخة طرد مركزي أفقية



شكل (٣) مضخة طرد مركزي رأسية توربينية غاطسة

يحتاج الانسان الى ٢ لتر/يوم على الأقل من مياه الشرب و يحتاج بشكل عام الى حوالي ١٤٠ الى ١٥٠ لتر فى اليوم كحد أدنى لجميع احتياجاته المنزلية كما حددته منظمة الصحة العالمية، و يختلف هذا الرقم من دولة الى دولة **حسب عدة عوامل من أهمها:**

١. عدد السكان .
٢. العوامل المناخية.
٣. القطاعات المستخدمة للمياه.
٤. العوامل الاقتصادية.
٥. مستوى التعليم و الثقافة في المجتمع.
٦. الموقع الجغرافي.
٧. العوامل السياسية.
٨. جودة المياه.
٩. العوامل الاجتماعية.
١٠. تكلفة المياه.
١١. معدل الضغط في شبكات توزيع المياه.
١٢. صيانة الشبكات.
١٣. حملات التوعية للحفاظ على المياه.

من أهم العومل لتحديد سعة وقدرة المضخة المطلوبة

أولاً : معدل التدفق أوالتصرف (Flow Rate - Q)

ويعرف بأنه حجم المائع الخارج من المضخة او الماره في مساحة معينه خلال فترة زمنية معينة ولتكن ثانية أودقيقة أوساعة ويقاس بوحدة (م٣/ثانية) أو (لتر/ثانية) أو (جالون لكل دقيقة)
ويتم حسابه بناء على طبيعة المبني (مبني سكني – مبني تجاري – مبني خدمي) ومن خلال طبيعة المبني يحدد الكثافة السكانية للمنشأ او المبني ونمط ومعدل الاستهلاك خلال ساعات اليوم ويعتمد معدل التدفق علي نوع التطبيق (مياه الشرب - الصرف الصحي) ويمكن تقديرمعدل التدفق بقياس الزمن اللازم لملء حجم معين .

يمكن حساب متوسط الاستهلاك اليومي لمبني سكني من العلاقة التالية :

متوسط الاستهلاك اليومي (لتر) = استهلاك الفرد (لتر/يوم) × عدد الأفراد

ثانياً : سرعة جريان السائل (Velocity - V)

وهي المسافة التي يقطعها السائل للوصول من المضخة إلي النقطة النهائية خلال فترة زمنية معينة وتقاس بوحدة (م/ث)

$$\text{السرعة (م/ث)} = \frac{\text{معدل التدفق (م٣/ثانية)}}{\text{مساحة مقطع الانبوب (م٢)}}$$

٧

ثالثاً: الرافع المانومتري (Head - H)

ويعرف بانه إرتفاع عمود الماء من مستوي معين ويقاس بوحدة المتر أو هو الارتفاع الذي تستطيع المضخة رفع السائل إليه أوهو الشغل المبذول بواسطة المضخه على وحدة الوزن من السائل أثناء مرورها من خلال المضخه إلى خارجها وينقسم إلي:

الرافع الاستاتيكى ($Static\ Head\text{-}H_S$):

الرافع الاستاتيكى هو الفرق فى الإرتفاع بين تقطة السحب (سطح السائل المصدر الرئيسى) وبين نقطة الرفع (سطح السائل فى مصدر الاستهلاك) كماهو موضح فى الشكل (٥,٤) ويعادله الفرق فى الارتفاع بين نقطة السحب ونقطة الطرد ولايعتمد على معدل التدفق ويساوى صفر فى الأنظمة المغلقة وينقسم إلي :

١. عمود السحب الاستاتيكي: هو المسافة الرأسية بين مركز المضخة وسطح الماء في المصدر الرئيسى.

٢ .عمود الطرد الاستاتيكي: هو المسافة الرأسية بين مركز المضخة وفتحة تفريغ الماء.

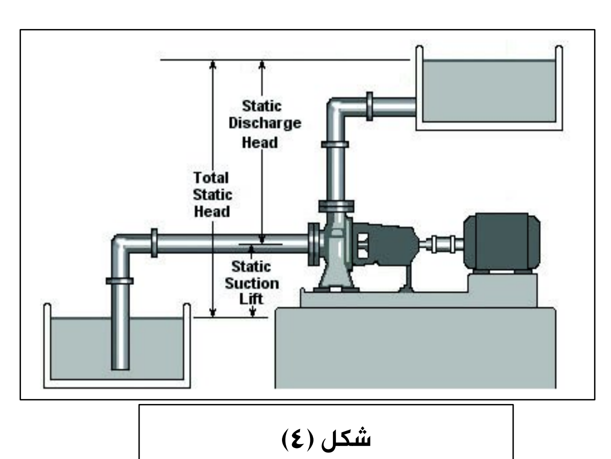
فى شكل (٤)

الرافع الاستاتيكى = الرافع الاستاتيكى للرفع + الرافع الاستاتيكى للسحب

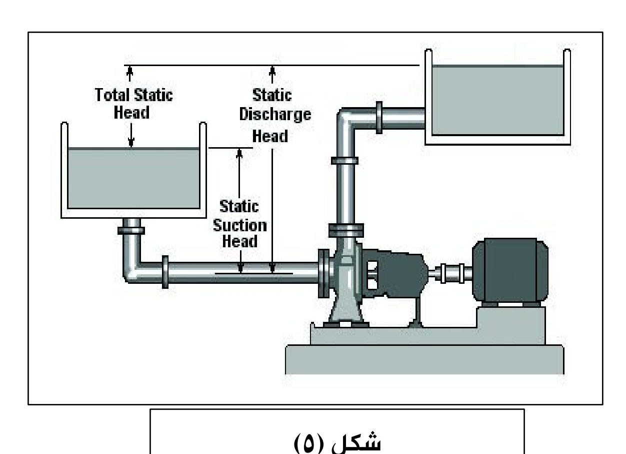
فى شكل (٥)

الرافع الاستاتيكى = الرافع الاستاتيكى للرفع - الرافع الاستاتيكى للسحب

والخلاصة أن الرافع الاستاتيكى عبارة عن المسافة من سطح السائل المرفوع وحتى سطح السائل بالخزان كماهو موضح فى الشكلين التاليين



شكل (٤)



شكل (٥)

الرافع الديناميكى ($Dynamic\ Head - H_d$):

ويعادله مقاومة التدفق داخل نظام الأنابيب ومفاقيد الاحتكاك داخل جسم المضخة ومن بداية نقطة السحب الي أبعد وأعلى نقطه في النظام ويعتمد على مكونات النظام من أنابيب ووصلات وجميع الملحقات.

الرافع المانومتري الكلي (H_t) = الرافع الإستاتيكي(Hs) + الرافع الديناميكى (H_d)

٧

رابعاً: الوزن النوعي (Specific Gravity -SG)

الوزن النوعي هو العلاقة بين كثافة المادة وبين كثافة الماء فى درجة الحرارة نفسها .

يوجد ثلاثة أنواع من القدرة

١. القدرة المائية الخارجة من المضخة (WHP)
٢. قدرة المضخة الميكانية (BHP)
٣. قدرة محرك المضخة (ميكانيكاً أوكهربياً)

$$P(KW) = \frac{Q \times H \times \rho \times g}{1000 \times \eta p}$$

Q = Flow rate in m^3/sec

H = Total developed head in meters

ρ = Density in kg/m^3

g = Gravitational constant = 9.81 m/sec^2

η_p = Efficiency of the pump

$$P(KW) = \frac{Q \times H \times \rho}{367 \times \eta p}$$

Q = Flow rate in m^3/hr

H = Total developed head in meters

ρ = Density in kg/dm^3 (1 kg/m^3 = 0.001 kg/dm^3)

η_p = Efficiency

$$P(KW) = \frac{Q \times H \times \rho}{102 \times \eta_p}$$

Q = Flow rate in Lt/sec (1 m^3/sec = 3.6 x Lt/sec)

H = Total developed head in meters

ρ = Density in kg/dm^3 (1 kg/m^3 = 0.001 kg/dm^3)

η_p = Efficiency of the pump

$$P(KW) = \frac{Q \times H \times \rho}{75 \times \eta_p}$$

Q = Flow rate in Lt./sec

H = Total developed head in meters

= Density in kg/dm^3 ρ

η_p = Efficiency of the pump

$$P(HP) = \frac{Q \times H \times \rho}{3960 \times \eta p}$$

Q = Flow rate in GPM

H = Total developed head in feet

= Density in lb/ft^3 ρ

η_p = Efficiency of the pump

كفاءة المحرك المطلوب

Overall efficiency = η_p pump efficiency X η_M motor efficiency

٧

مثال

مضخة مياه منزلية كفاءتها ٦٠% و معدل تدفقها ١٥م٣/ساعة تستخدم لتعبئة خزان مياه علي إرتفاع ١٢م

احسب قدرة المحرك المطلوب لتشغيل المضخة إذا كانت كفاءته ٧٥%

Q= 15 M3/hr = 66 GPM

H = 12 m = 12 X 3.28 = 39.36 ft

$$BHP(HP) = \frac{Q \times H \times \rho}{3960 \times \eta p}$$

BHP (HP) =	66 x 39.36 x 1 / 3960 x 0.6	= 1.093

P (KW) =	1.093 x 0.7457 / 0.75	= 1.1

مثال

مضخة مياه منزلية كفاءتها ٧٠% و معدل تدفقها ٢٠م٣/ساعة تستخدم لتعبئة خزان مياه علي إرتفاع ١٠م

احسب قدرة المحرك المطلوب لتشغيل المضخة إذا كانت كفاءته ٧٥%

Q= 20 (M3/hr) = 0.0556 (m3/sec)

H = 18(m)

BHP(KW) =	$\frac{Q \times H \times \rho \times g}{1000 \times \eta p}$

	0.0556 x 10 x.1000 x 9.81	= 7.79

BHP (KW) =	1000 x 0.7	

P (KW) =	7.79	= 10.38 ≈11 KW
	0.75	

قيم الجهد والتردد للدول العربيه

البلد	التردد (هرتز)	الجهد (فولت)		نوع المخارج والافياش
		الجهد الاحادى	الجهد الثلاثى	
	HZ	L-N	L-L	Plug Type
اليمن	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	A / D / G
موريتانيا	٥٠	٢٢٠	٣٨٠	C
السودان	٥٠	٢٤٠	٤١٥	C / D
الأردن	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	C / D / F / G / J
العراق	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	C / D / G
لبنان	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	C / D / G
جيبوتى	٥٠	٢٢٠	٣٨٠	C / E
تونس	٥٠	٢٢٠	٣٨٠	C / E
المغرب	٥٠	١٢٧/٢٢٠	٢٢٠/٣٨٠	C / E
سوريا	٥٠	٢٢٠	٣٨٠	C / E / L
مصر	٥٠	٢٢٠	٣٨٠	C / F
الجزائر	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	C / F
الصومال	٥٠	٢٢٠	٣٨٠	C / G
فلسطين	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	C / H
ليبيا	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	C / L
البحرين	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	G
الإمارات	٥٠	٢٣٠	٤٠٠	G
الكويت	٥٠	٢٤٠	٤١٥	G
قطر	٥٠	٢٤٠	٤١٥	G
سلطنة عمان	٥٠	٢٤٠	٤١٥	G
السعودية	٦٠	٢٣٠	٤٠٠	G

بعض الاكواد العالمية واختصارتها

ANSI	American National Standards Institute
ASHRAE	The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BSI	British Standards Institution
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
CIE	International Commission on Illumination
EN	European Standards
FM	Factory Mutual
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IENSA	Illuminating Engineering Society of North America
IES	Illuminating Engineering Society
IET	The Institution of Engineering and Technology
ISO	International Standards Organization
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriters Laboratory
VDE	German Standards

المراجع

١-المراجع العربية

الدليل الارشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المباني (المجلد الأول: أعمال التصميم)	أبحاث الإسكان
تخطيط وتصميم التمديدات الكهربائية في المشاريع الكبرى	د.هانى العبد
تكنولوجيا المضخات	م. أحمد مصباح يوسف
مذكرة المضخات	م.شريف المرعشلي
تصميم مضخة الطرد المركزي	د.م.عماد توما بني كرش
المضخات الزراعية	التقنية السعودية
إدارة طلب الطاقة - الجزء الأول	د.م.كاميليا يوسف محمد
التمديدات الكهربائية للأبنية والمنشآت	د محمد الزهيرى

٢-المراجع الاجنبية

ELECTRIC POWER GENERATION: TRANSMISSION AND DISTRIBUTION	By S. N. SINGH
An Introduction to Electric Power Distribution	by J. Paul Guyer, P.E., R.A.
National Electrical Handbook Tenth Edition	National Fire Protection Association
DISTRIBUTION PLANNING STANDARD DPS-02 REVISION-01/FEB-2016	Saudi Electricity Company
DISTRIBUTION PLANNING STANDARD DPS-10 REVISION-01/FEB-2016	Saudi Electricity Company
Electrical Installation Guide Calculation for Electricians and Designers	IET
HVAC Equations, Data, and Rules of Thumb	Arthur A. Bell Jr., PE
Lift and Escalator Motor Sizing with Calculations and Examples	by Lutfi Al-Sharif
Lift and Escalators: Basic Principles and Design	by Dr. Sam C M Hui
Mechanical and Electrical Equipment for Buildings	Walter T. Grondzik & Alison G. Kwok

٣- المواقع الالكترونية

http://www.electrical-knowhow.com

https://electrical-engineering-portal.com/

http://www.sayedsaad.com/montada (متوقف حالياً)

https://www.researchgate.net/

https://powerknotsra.com/